



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

**Campus
de Excelencia
Internacional**

**PROGRAMA DE DOCTORADO
TECNOLOGÍA Y MODELIZACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL,
MINERA Y AMBIENTAL.**

TESIS DOCTORAL

**“ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE ACTIVOS
EN INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS. PROPUESTAS
METODOLÓGICAS PARA DETERMINACIÓN DE CÁNONES Y
TARIFAS CON DISTINTOS MARCOS REGULATORIOS”.**

AUTOR: MARIO ANDRÉS URREA MALLEBRERA, ICCP

TUTOR: LUIS ALTAREJOS GARCÍA, ICCP, PhD

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS Y
DE INGENIERÍA DE MINAS**



CURSO ACADÉMICO 2019/2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría agradecer a las dos personas que desde el mundo académico han permitido el llegar hasta aquí, Ángel Faz y Luis Altarejos.

El primero de ellos como Director del Programa de doctorado “Tecnología y modelización en Ingeniería Civil, Minera y Ambiental”, cuyo apoyo y directrices han resultado imprescindibles para mantener esta Tesis dentro de un “orden administrativo”.

Luis Altarejos, ha desempeñado como Director de Tesis un doble papel, en primer lugar proponiéndome el tema de la Gestión de Activos, campo novedoso en España en lo que a las infraestructuras hidráulicas en “alta” suponen. Y, en segundo lugar, por sus orientaciones, siempre muy oportunas en el enfoque final de la Tesis, las cuales, una vez realizadas, suponían un ejercicio de total confianza en lo por mí realizado, procediendo a su revisión con un ánimo completamente constructivo.

También procede agradecer a la propia Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Minas, como institución, y que ha sido representada por Manuel Alcaraz y Antonio Vigueras, anterior y actual director de la misma, donde he desarrollado una labor docente desde 2002 hasta 2018, aunque con algunas interrupciones temporales. De no haber existido ese vínculo, estoy convencido de que no habría surgido la arriesgada idea de acometer esta Tesis.

Dicho vínculo facilitó que los primeros trabajos realizados sobre Gestión de Activos por mi codirigidos como trabajos fin de grado y trabajo fin de master fueran los de los hoy egresados Bartolomé Collado, Javier Carmona y Javier Caballero, gracias a todos vosotros por mantener viva la llama de la investigación.

Análogamente debo realizar un agradecimiento personal a las instituciones que han supuesto el lugar en el que he desempeñado casi toda mi carrera profesional: La Mancomunidad de los Canales del Taibilla y la Confederación Hidrográfica del Segura, donde como ingeniero de caminos canales y puertos del Estado he trabajado en el servicio público durante más de treinta años. No podía ser consciente allá por 1987 cuando empecé mi actividad profesional en la Administración, que aquello a lo que me he dedicado durante tanto tiempo no era otra cosa que la metodología que se corresponde con la “Gestión de Activos”.

En particular he de darle las gracias a todos los compañeros ingenieros que, sobre todo al principio, tanto me enseñaron, y en particular a los que ejercen actualmente tareas de explotación de infraestructuras hidráulicas en la CHS, sin cuya colaboración una parte de esta Tesis no habría sido posible.

Llegados a este punto, ya solo cabe agradecer a las tres personas que han sido y siguen siendo parte esencial de mi soporte vital, desde que accedieron a mi vida, no solo en lo personal, sino también en lo profesional, ya que al final ambos ámbitos se confunden.

Qué decir de Ana, mi compañera, con quién llevo compartiendo alegrías y penas desde hace más de 35 años, que siempre me ha dado su apoyo y “análisis crítico de la situación”, sea cual fuera el asunto. Todo lo pilla “al vuelo” y me hace ver cosas que yo ni podía imaginar que se encuentran “ocultas” en los aspectos por ella analizados. Gracias Ana.

Y qué decir de Raquel, quien desde su llegada a nuestras vidas ha supuesto “un motor de energía inagotable”, capaz de acometer múltiples tareas propias y a la vez interesarse por las ajenas y que en relación con este tema era como una “voz en off” que recurrentemente preguntaba “Papá, ¿Cómo va esa tesis?. Gracias Raquel.

Y ahora le toca a mi hijo y “compañero” Mario, quien como ingeniero de caminos, en estos últimos meses ha ejercido de revisor cualificado y exigente de mi producción. Me ha demostrado, aunque no era necesario ya que lo intuía, tener una gran capacidad de trabajo, mente analítica, y tranquilidad “emocional” a la hora de analizar alternativas y elegir siempre la opción más acertada. No me cabe duda que alcanzará cualquier meta que se proponga profesionalmente. No habría podido finalizar esta Tesis en plazo sin sus aportaciones. Muchísimas gracias Mario por tu paciencia, apoyo y comprensión directa en relación a este trabajo y por estar siempre ahí.

Y por último, unas palabras de agradecimiento en recuerdo de quienes ya no nos acompañan, mis padres y mi hermana, gracias por haber contribuido de manera notable a que sea tal y como soy.

“Se necesita esto, más que en otros cuerpos, en los facultativos. El ramo de ingenieros pide mucha enmienda y mejoría en todas sus partes de fortificación, minas, defensa y ataque de plazas y acampamentos. Hay poca experiencia de los nuestros, y poco estudio, comparativamente a otras naciones, y en todo lo respectivo a la hidráulica militar y civil una excesiva ignorancia. Es preciso que la Junta piense en el modo de instruir hombres, escogiendo los de más talento y estudio para que vayan a ver, en Francia, Inglaterra, Alemania y Prusia, todo lo más particular en la materia, tratar con los extranjeros más acreditados y aprender con los ojos y el tacto lo que no se puede con los libros solo.”

Artículo CLIX “Cuerpos Facultativos, Ingenieros. Hidráulica militar y Civil.”

Instrucción reservada del Conde de Floridablanca en 1787, origen de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

TESIS DOCTORAL

“ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE ACTIVOS EN INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS. PROPUESTAS METODOLÓGICAS PARA DETERMINACIÓN DE CÁNONES Y TARIFAS CON DISTINTOS MARCOS REGULATORIOS”.

Índice del documento

Índice del documento	7
Índice de figuras.	11
Índice de tablas.	12
RESUMEN	17
ABSTRACT	19
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	21
1.1.- Antecedentes	21
1.2.- Estructura de los organismos de cuenca en España.....	22
1.2.1.- Marco normativo.	22
1.2.2.- Funciones.....	23
1.2.3.- Estructura organizativa.	24
1.2.4.- Principales fuentes de ingresos.	27
1.3.- Problemática y motivación de la investigación.....	27
1.4.- Objetivos y alcance de esta tesis	33
1.5.- Estructura de la Tesis.....	35
Capítulo 2. ESTADO DEL ARTE.....	37
2.1.- La Gestión de Activos en Infraestructuras hidráulicas.....	37
2.1.1.- Descripción.	37
2.1.2.- Normativa específica de gestión de activos.	40
2.1.3.- Revisión bibliográfica.	49
2.1.4.- Estado actual de la gestión de activos en los organismos de cuenca.	66
2.2.- La problemática tarifaria en los organismos de la administración hidráulica española.....	67
2.2.1.- La recuperación de los costes vía tarifas y cánones.....	67
2.2.2.- Metodología actual para el cálculo de cánones y tarifas.....	74
Capítulo 3. PROPUESTA METODOLÓGICA.	77
3.1.- Planteamiento general.....	77

3.2.- Determinación del grado de madurez	81
3.3.- Inventario, actuaciones y valoración de activos físicos (Submodelo A).	84
3.3.1.- Descripción	84
3.3.2.- Propuesta de estructura para el inventario de activos	86
3.3.3.- Propuesta de estructura para la base de datos.....	88
3.3.4.- Justificación de la propuesta	97
3.4.- Eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional (submodelo B).	99
3.4.1.- Descripción	99
3.4.2.- Indicadores de eficiencia presupuestaria.....	100
3.4.3.- Indicadores de sostenibilidad operacional.....	102
3.5.- Evaluación del nivel de riesgo (submodelo C).....	104
3.5.1.- Descripción	104
3.5.2.- Modelo de valoración del riesgo propuesto.....	106
3.5.3.- Metodología de evaluación del nivel de riesgo	110
3.6.- Propuesta de plan de actuación, evaluación del impacto sobre tarifas y determinación del Plan Estratégico de Gestión de Activos (submodelo D)	112
3.6.1.- Descripción	112
3.6.2.- Propuesta de plan de actuación plurianual.....	113
3.6.3.- Evaluación del impacto sobre tarifas y cánones de acuerdo con el marco regulatorio actual	113
3.6.4.- Problemática asociada al marco regulatorio actual.....	117
3.6.5.- Consideraciones para una propuesta alternativa de evaluación del impacto sobre tarifas y cánones reconsiderando el marco regulatorio actual	118
3.7.- Plan Estratégico de Gestión de Activos.....	120
3.7.1.- Implantación inicial de estrategias de buenas prácticas.....	120
3.7.2.- Evolución hacia un Plan Estratégico de Gestión de Activos	121
3.7.3.- Otros planes asociados.....	123
3.7.4.- Actualización de la información de base.....	124
Capítulo 4. APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO.	127
4.1.- Descripción del caso de estudio.	127
4.2.- Determinación del grado de madurez.	130
4.3.- Inventario, actuaciones y valoración de activos físicos (Submodelo A).	133
4.3.1.- Codificación para los activos y sus elementos.....	133
4.3.2.- Base de datos presupuestaria	133
4.3.3.- Fichas de valoración patrimonial para los activos	134

4.4.- Eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional (submodelo B).	135
4.4.1.- Indicadores de eficiencia presupuestaria.....	135
4.4.2.- Indicadores de sostenibilidad operacional.....	137
4.5.- Evaluación del nivel de riesgo (submodelo C).....	142
4.6.- Propuesta de plan de actuación, evaluación del impacto sobre tarifas y determinación del Plan Estratégico de Gestión de Activos (submodelo D).	145
4.6.1.- Información previa a la formulación de planes de actuación	145
4.6.2.- Planteamiento de distintos planes plurianuales.....	148
4.6.3.- Evaluación del impacto sobre tarifas y cánones.....	157
4.6.4.- Re-evaluación de indicadores de sostenibilidad y riesgo.....	159
4.7.- Plan Estratégico de Gestión de Activos.....	165
4.7.1.- Discusión e interpretación de los resultados obtenidos	165
4.7.2.- Selección del escenario de actuación	167
4.8.- Consideraciones sobre la aplicación de la metodología bajo la afección del cambio climático ...	169
Capítulo 5. CONCLUSIONES Y APORTACIONES ORIGINALES.....	177
5.1.- Conclusiones.....	177
5.2.- Aportaciones originales.	178
5.3.- Futuras líneas de investigación.	179
5.4.- Conclusiones finales.....	181
Capítulo 6. Referencias.....	183
Anejo nº1. Metodología del cálculo de los cánones y tarifas según el régimen económico financiero vigente.	
Anejo nº2. Bases de datos presupuestarias. Indicadores presupuestarios.	
Anejo nº3. Gestión del riesgo. Indicadores de riesgo.	
Anejo nº4. Plan Estratégico Gestión activos. Inversiones-Indicadores.	

Índice de figuras

Figura 1 Estructura Organizativa Confederación Hidrográfica.....	24
Figura 2 Estructura órganos colegiados CCHH.....	25
Figura 3 Componentes activos no financieros.....	26
Figura 4 Componentes clave de Activos no financieros reportados, 2011	28
Figura 5 Esquema funcionamiento norma PAS55.....	41
Figura 6 Esquema Plan Estratégico Organizativo	42
Figura 7 Esquema relacional según Norma ISO 55000.....	44
Figura 8 Relación Elementos Sistema Gestión Activos.....	44
Figura 9 Relación entre los elementos clave de un sistema de gestión de activos.....	49
Figura 10 Elementos clave en la implantación de una Gestión de Activos normalizada.....	50
Figura 11 Evolución de un activo frente a actuaciones de reposición	61
Figura 12 Diagrama de flujo de submodelos	80
Figura 13 Esquema Submodelo A.....	84
Figura 14 Propuesta de jerarquización y agregación de activos.....	86
Figura 15 Elementos que componen los activos.....	87
Figura 16 Codificación propuesta para los activos.....	89
Figura 17 Codificación propuesta para la base de datos presupuestaria.....	93
Figura 18 Codificación propuesta para la Ficha de valoración patrimonial de activos	95
Figura 19 Esquema Submodelo B.....	99
Figura 20 Esquema Submodelo C.....	105
Figura 21 Submodelo D.....	112
Figura 22 Grado de madurez inicial.....	130
Figura 23 Grado de madurez final.....	132
Figura 24 Estructura base de datos presupuestaria.....	133
Figura 25 Ficha de valoración patrimonial de activos	134
Figura 26 Evolución del Indicador BSI.....	135
Figura 27 Valor patrimonial y ASI del Activo 1 Tipología Obra civil. Elaboración propia.....	141
Figura 28 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en la situación inicial, año 2015.	145
Figura 29 Evolución valor patrimonial y ASI para el activo 1, subelemento obra civil, escenario 1.1.	160
Figura 30 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 1.1.....	162
Figura 31 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 1.2.....	162
Figura 32 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 1.3.....	163
Figura 33 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 2.2.....	163
Figura 34 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 2.3.....	164
Figura 35 Gráfica ejemplo de evolución ASI y Riesgo.....	168
Figura 36 Periodos de sequía	169
Figura 37 Pirámide de distribución de los distintos submodelos.....	181

Índice de tablas

Tabla 1 Valorización monetaria del patrimonio neto de los organismos de cuenca de la Administración General del Estado..	26
Tabla 2 Balance de caja. Periodo 2009-2014.	29
Tabla 3 Análisis presupuestario. Ingresos y Gastos. Organismos de cuenca 2016	29
Tabla 4 Relación entre valorización e indicadores de desempeño	62
Tabla 5 Métodos de valoración monetaria de activos físicos	63
Tabla 6 Términos asociados	63
Tabla 7 Métodos de valoración monetaria de activos: características, ventajas e inconvenientes.	64
Tabla 8 Marco Institucional de los servicios del agua.	69
Tabla 9 Agentes públicos que financian infraestructuras para la prestación de servicios del agua.	70
Tabla 10 Coste anual de los servicios del agua en España (2002).	71
Tabla 11 Servicios del agua y mecanismos de recuperación de costes.	72
Tabla 12 Porcentaje de recuperación de costes de los servicios del agua en España (2002).	72
Tabla 13 Escala del grado de implantación alcanzado	83
Tabla 14 Vida útil y valor residual de los elementos.	96
Tabla 15 Rango de valores del parámetro BSI (Índice de Sostenibilidad Presupuestaria)	100
Tabla 16 Rango de valores del parámetro FSI (Índice de Sostenibilidad Financiera)	101
Tabla 17 Rango de valores del parámetro ASI (Índice de Sostenibilidad del Activo)	104
Tabla 18 Graduación de las consecuencias del fallo	107
Tabla 19 Correlación entre niveles cuantitativos y semicuantitativos de consecuencias económicas.	107
Tabla 20 Graduación de la frecuencia del fallo	108
Tabla 21 Correlación entre niveles cuantitativos y semicuantitativos de probabilidad	108
Tabla 22 Ejemplo riesgo combinado	109
Tabla 23 Calificación del nivel de riesgo	109
Tabla 24 Ejemplo de encuesta para valoración de riesgos	111
Tabla 25 Esquema básico de la obtención/actualización de la información	125
Tabla 26 Grado de afección de la metodología planteada a los submodelos definidos	131
Tabla 27 Valores anuales del BSI	135
Tabla 28 Déficit de explotación Subsistema 5	136
Tabla 29 Indicador de sostenibilidad operacional ASI para los activos del Subsistema 5 (año 2015)	137
Tabla 30 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos del Activo 1 (Azud)	138
Tabla 31 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos del Activo 2 (Canal)	138
Tabla 32 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activo 3 (Canal)	138
Tabla 33 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 4 (Canal)	139
Tabla 34 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 6 (Presa)	139
Tabla 35 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 7 (Presa)	139
Tabla 36 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 8 (Presa)	140
Tabla 37 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 9 (Presa)	140
Tabla 38 Valor del riesgo inicial para cada uno de los activos y sus subelementos.	143
Tabla 39 Valoración global riesgo Activo 1.	144
Tabla 40 Desagregación de las partidas de amortización, gastos fijos y gastos variables para los 4 horizontes tarifarios analizados	147

Tabla 41 Desagregación de presupuestos de mantenimiento y conservación, reposición e inversión nueva.	147
Tabla 42 Resumen de inversiones de reposición y presupuestos de conservación y mantenimiento para los distintos escenarios de la Opción 1.....	151
Tabla 43 Inversiones de reposición para cada escenario de la opción 1.....	152
Tabla 44 Resumen de inversiones de reposición y presupuestos de conservación y mantenimiento para los distintos escenarios de la Opción 2.....	153
Tabla 45 Inversiones de reposición para cada escenario de la opción 2.....	155
Tabla 46 Patrón de inversión según opciones para cada activo.	156
Tabla 47 Valor de las tarifas para distintos usuarios en los distintos escenarios temporales analizados.	157
Tabla 48 Tarifas correspondientes a los distintos usuarios y escenarios planteados.	158
Tabla 49 Evaluación de los niveles de riesgo esperados asociados a las distintos escenarios.	161
Tabla 50 Ejemplo de evolución ASI y Riesgo.....	167
Tabla 51 Extracciones pozos de Sequía años 1983-84	171

Índice de figuras de Anejos

Figura Anejo 1 - 1 Esquema general subsistema 5.....	10
Figura Anejo 1 - 2 Planta Azud de derivación.....	11
Figura Anejo 1 - 3 Sección tipo del canal.....	12
Figura Anejo 1 - 4 Sección Tipo de la Presa.....	13
Figura Anejo 1 - 5 Sección tipo de la balsa de regulación.....	14
Figura Anejo 2 - 1 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 1.1	2
Figura Anejo 2 - 2 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 1.2	2
Figura Anejo 2 - 3 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 1.3	3
Figura Anejo 2 - 4 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 2.1	3
Figura Anejo 2 - 5 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 2.2	3
Figura Anejo 2 - 6 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 2.3	4
Figura Anejo 2 - 7 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 1.1	4
Figura Anejo 2 - 8 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 1.2	4
Figura Anejo 2 - 9 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 1.3	5
Figura Anejo 2 - 10 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 2.1	5
Figura Anejo 2 - 11 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 2.2	5
Figura Anejo 2 - 12 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 2.3	6
Figura Anejo 2 - 13 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 1.1	7
Figura Anejo 2 - 14 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 1.2	7
Figura Anejo 2 - 15 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 1.3	7
Figura Anejo 2 - 16 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 2.1	8
Figura Anejo 2 - 17 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 2.2	8
Figura Anejo 2 - 18 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 2.3	8
Figura Anejo 2 - 19 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 1.1	9
Figura Anejo 2 - 20 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 1.2	9
Figura Anejo 2 - 21 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 1.3	9
Figura Anejo 2 - 22 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 2.1	10
Figura Anejo 2 - 23 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 2.2	10
Figura Anejo 2 - 24 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 2.3	10
Figura Anejo 2 - 25 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 1.1	11
Figura Anejo 2 - 26 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 1.2	11
Figura Anejo 2 - 27 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 1.3	11
Figura Anejo 2 - 28 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 2.1	12
Figura Anejo 2 - 29 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 2.2	12
Figura Anejo 2 - 30 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 2.3	12
Figura Anejo 2 - 31 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 1.1	13
Figura Anejo 2 - 32 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 1.2	13
Figura Anejo 2 - 33 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 1.3	13
Figura Anejo 2 - 34 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 2.1	14
Figura Anejo 2 - 35 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 2.2	14

Figura Anejo 2 - 36 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 2.3	14
Figura Anejo 2 - 37 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 1.1	15
Figura Anejo 2 - 38 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 1.2	15
Figura Anejo 2 - 39 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 1.3	15
Figura Anejo 2 - 40 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 2.1	16
Figura Anejo 2 - 41 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 2.2	16
Figura Anejo 2 - 42 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 2.3	16
Figura Anejo 2 - 43 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 1.1	17
Figura Anejo 2 - 44 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 1.2	17
Figura Anejo 2 - 45 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 1.3	17
Figura Anejo 2 - 46 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 2.1	18
Figura Anejo 2 - 47 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 2.2	18
Figura Anejo 2 - 48 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 2.3	18

Índice de tablas de Anejos

Tabla Anejo 1 - 1 Tarifas correspondientes a los distintos usuarios y escenarios planteados.	35
Tabla Anejo 3 - 1 Encuesta Riesgo Subelemento 1 Activo 1 situación inicial.....	2
Tabla Anejo 3 - 2 Encuesta Riesgo Subelemento 2 Activo 1 situación inicial.....	3
Tabla Anejo 3 - 3 Resumen Riesgo Activo 1 situación inicial.	4
Tabla Anejo 3 - 4 Cálculo riesgo Subelemento 1 Activo 1 en los distintos escenarios	5
Tabla Anejo 3 - 5 Cálculo riesgo Subelemento 2 Activo 1 en los distintos escenarios	6
Tabla Anejo 3 - 6 Resumen de la evolución del riesgo en los distintos escenarios.....	7
Tabla Anejo 4 - 1 Evolución de los ratios de conservación y mantenimiento, inversión de reposición e inversión de nueva implantación.	1
Tabla Anejo 4 - 2 Actuaciones de mantenimiento y conservación deducidas del valor patrimonial para los distintos activos.	2
Tabla Anejo 4 - 3 Tarifas analizadas correspondientes al periodo previo al del PEGA.....	3
Tabla Anejo 4 - 4 Tarifas correspondientes a los distintos usuarios y escenarios planteados.	5

RESUMEN

La reciente publicación de la diferente normativa relativa a la gestión de activos, PAS 55 y normas ISO 55000/1/2 ha determinado la implantación de estas metodologías en las diferentes compañías proveedoras de servicios públicos, en campos tan diversos como son los del suministro de agua, energía, transportes, actividades portuarias, etc.

Sin embargo, la implantación de dichas metodologías en España no se ha visto realizada con la misma intensidad a como se viene realizando en países del norte de Europa y de América del Norte y del Sur, e incluso Australia y Nueva Zelanda, de tal manera que, en particular los organismos de cuenca españoles, se encuentran en estos momentos fuera de la órbita de la citada implantación.

La importancia estratégica del parque de infraestructuras de los organismos de cuenca aconseja el establecer una metodología que, de manera en principio sencilla, permita ir incorporando progresivamente los estándares de la citada metodología alcanzando finalmente un elevado grado de madurez en lo que a la gestión de activos en los organismos de cuenca se refiere.

Por lo tanto, este es el objetivo de esta Tesis, definir una metodología “asequible e implantable” que permita la introducción paulatina de los criterios que emanan de las normas de gestión de activos y que sirva como herramienta de apoyo en la toma de decisiones.

Para ello se definen una serie de submodelos que se integran entre sí generando una metodología que permite alcanzar los siguientes objetivos: (i) caracterizar el valor monetario de las infraestructuras hidráulicas a través de una depreciación monetaria a lo largo de su vida útil, (ii) generar una serie de indicadores que evalúan las actuaciones realizadas tanto en conservación y mantenimiento, así como en inversiones de reposición en los activos, (iii) estimar de forma semicuantitativa el riesgo en el desempeño de dichas infraestructuras, de tal manera que se está en condiciones de (iv) priorizar las actuaciones que son precisas acometer en el medio plazo, evaluando asimismo las implicaciones tarifarias que las distintas alternativas conllevan para finalmente (v) testar la bondad de la metodología en un sistema de explotación de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS).

A pesar de las dificultades derivadas de cómo están conformadas actualmente las bases de datos que se han manejado, la aplicación de la metodología propuesta en esta tesis realizada en la Confederación Hidrográfica del Segura, permite albergar la esperanza de que su implantación mejoraría el conocimiento pasado y presente de lo realizado, parametrizándolo y permitiendo parametrizar y evaluar asimismo las acciones futuras.

Palabras clave: gestión activos; inventario de activos; índice de sostenibilidad de activos; mantenimiento y conservación de activos.

ABSTRACT

The recent publication of the different regulations related to asset management, PAS 55 and ISO 55000/1/2 standards have determined the implementation of these methodologies in the different companies that provide public services, in fields as diverse as the supply of water, energy, transport, port activities, etc.

However, the implementation of these methodologies in Spain has not been carried out with the same intensity as is being done in the orbit of the countries of northern Europe and North and South America, or even Australia and New Zealand, in such a way that in particular the Spanish basin organizations are currently outside the orbit of the aforementioned implementation.

The strategic importance of the infrastructure portfolio of the basin organizations advises the establishment of a methodology that, in a simple way, allows to progressively incorporate the standards of the aforementioned methodology, finally reaching a high degree of maturity in terms of asset management in the basin organizations it refers.

This is therefore the objective of this thesis, to define an “affordable and implantable” methodology that allows the gradual introduction of the criteria that emanate from the asset management standards and that serves as a support tool in decision making.

To this end, a series of submodels are defined that integrate with each other, generating a methodology that allows the following objectives to be achieved: (i) characterize the monetary value of hydraulic infrastructures through a monetary depreciation throughout their useful life, (ii) generate a series of indicators that evaluate the actions carried out both in conservation and maintenance, as well as in replacement investments in the assets, (iii) semi-quantitatively estimate the risk in the performance of said infrastructures, so that it is in conditions of (iv) prioritize the actions that need to be undertaken in the medium term, also evaluating the tariff implications that the different alternatives entail to finally (v) test the goodness of the methodology in an operating system of the Segura Hydrographic Confederation (CHS).

In spite of the difficulties derived from how the databases that have been managed are currently formed, the application of the methodology proposed in this thesis carried out at the Segura Hydrographic Confederation, allows us to hope that its implementation would improve past and present knowledge of things done before, parametrizing them and allowing to parametrize and also evaluate future actions.

Keywords: Asset management; Actives' inventory; asset sustainability index; asset maintenance and conservation.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1.- Antecedentes

Desde la publicación de las distintas normativas internacionales relativas a la gestión de activos, se ha venido desarrollando una importante y creciente investigación en los distintos ámbitos en los que resulta de aplicación: industria, agua, abastecimiento y saneamiento, depuración, transportes por carretera, transportes por ferrocarril, instalaciones portuarias, etc.

Dichas investigaciones han ido dirigidas a constatar las ventajas que la implantación de dichas metodologías en la gestión de activos supone desde el punto de vista de asegurar la función de los distintos desempeños asignados a los mismos, minimizando los riesgos de los potenciales fallos y las consiguientes afecciones a los usuarios y/o al medio ambiente.

En particular, las distintas publicaciones analizadas relacionadas con las empresas gestoras de recursos hídricos, bien sean de distribución en alta o bien de distribución en baja, se focalizan en minimizar dichos fallos y en que las potenciales afecciones a los usuarios se vean minoradas, tanto desde el punto de vista social como económico.

Pero esa gestión normalizada de los activos comenzó con lo que se denominaron buenas prácticas, que no son sino una compilación de procedimientos, que incluyen los marcos legales y organizativos de las organizaciones, para procurar evitar primeramente los riesgos de la salud, tan vinculados a la gestión de las aguas potabilizadas, así como los destinados a minimizar las pérdidas económicas que se pudieran producir en caso de fallo en el desempeño de las funciones encomendadas a los activos afectos a determinados procesos productivos, como pueden ser la agricultura, la industria o la generación de energía.

Así pues, la gestión de los activos físicos, que se constituyan básicamente por infraestructuras hidráulicas, presenta un triple enfoque:

- Por un lado, el social, relativo a la afección que el servicio realizado presenta ante la sociedad (seguridad hídrica)
- Por otro lado, las cuestiones económicas que repercuten en la sociedad, particularizándose en los usuarios directamente afectados, aunque también en los que lo son indirectamente,
- Y, por último, todo ello considerado en una concepción más globalizada de gestión de los riesgos que se derivarían en los distintos campos en función de los fallos que se puedan producir.

La gestión realizada por los organismos autónomos de la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), fundamentalmente

Confederaciones Hidrográficas (CCHH), se realiza dentro de un marco legal complejo y con la singularidad de un ámbito competencial multivariado que va desde la planificación hidrológica, la redacción de proyectos, construcción y explotación de diversa infraestructura hidráulica, protección del dominio público hidráulico, hasta la gestión del régimen concesional y sancionador y por último competencias transversales, fundamentalmente de gestión de personal y presupuestarias.

Es por ello que se ha considerado interesante el acometer esta investigación en el ámbito de los organismos de cuenca, donde la implantación de los procedimientos derivados de las normas que regulan la Gestión de Activos, pueden contribuir a un mejor conocimiento de la realidad de las infraestructuras hidráulicas gestionadas tanto desde el punto de vista de su valorización como desde el punto de vista de la estimación del riesgo y finalmente aportando una metodología semicuantitativa que contribuiría como herramienta soporte a la toma de decisiones.

Es por ello por lo que a continuación y como acción preliminar se procede a dar una visión general de los organismos de cuenca en relación a su estructura y aspectos relevantes de su funcionamiento, regulado por diversa normativa.

1.2.- Estructura de los organismos de cuenca en España.

1.2.1.- Marco normativo.

Básicamente los organismos de cuenca, Confederaciones Hidrográficas, se constituyen mediante Real Decreto 925/1989, de 21 de julio (BOE de 27/07/1989), de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, y que hoy día se corresponde con el artículo 22.1 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas, como entidades de derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado.

Son organismos autónomos de los previstos en el artículo 43.1.a) de la Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado, adscritos, a efectos administrativos, al entonces Ministerio de Agricultura, Pesca Alimentación y Medio Ambiente, hoy Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

Su estructura y funciones, así como su régimen jurídico, económico y patrimonial están definidos en el citado Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.

El régimen económico-financiero de las Confederaciones Hidrográficas se rige por la Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria, el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, y sus normas de desarrollo.

El régimen de contratación del Organismo se rige hoy día por la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector Público, por el que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE, y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, y sus normas de desarrollo.

Asimismo, la estructura y funciones, así como su régimen económico y patrimonial los define el citado Real Decreto Legislativo 1/2001.

1.2.2.- Funciones.

Las funciones encomendadas a los organismos de cuenca son:

- a) La elaboración del plan hidrológico de cuenca, así como su seguimiento y revisión.
- b) La administración y control del dominio público hidráulico.
- c) La administración y control de los aprovechamientos de interés general o que afecten a más de una Comunidad Autónoma.
- d) **El proyecto, la construcción y explotación de las obras realizadas con cargo a los fondos propios del organismo, y las que les sean encomendadas por el Estado.**
- e) Las que se deriven de los convenios con Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales y otras entidades públicas o privadas, o de los suscritos con los particulares.

Para el cumplimiento de las funciones encomendadas en los párrafos d) y e) del apartado anterior, los organismos de cuenca podrán:

- a) Adquirir por suscripción o compra, enajenar y, en general, realizar cualesquiera actos de administración respecto de títulos representativos de capital de sociedades estatales que se constituyan para la construcción, explotación o ejecución de obra pública hidráulica, o de empresas mercantiles que tengan por objeto social la gestión de contratos de concesión de construcción y explotación de obras hidráulicas, previa autorización del Ministerio de Hacienda.
- b) Suscribir convenios de colaboración o participar en agrupaciones de empresas y uniones temporales de empresas que tengan como objeto cualquiera de los fines anteriormente indicados.
- c) Conceder préstamos y, en general, otorgar crédito a cualquiera de las entidades relacionadas en los párrafos a) y b).

1.2.3.- Estructura organizativa.

El organismo de cuenca es una entidad de derecho público con personalidad jurídica propia y que dispone de autonomía para regir y administrar por sí los intereses que les sean confiados; para adquirir y enajenar los bienes y derechos que puedan constituir su propio patrimonio; para contratar y obligarse y para ejercer, ante los Tribunales, todo género de acciones sin más limitaciones que las impuestas por las leyes. Sus actos y resoluciones ponen fin a la vía administrativa.

La estructura organizativa básica del mismo está constituida por una serie de Unidades Administrativas y Órganos de Gobierno y responde al siguiente organigrama recogido en la Figura 1:

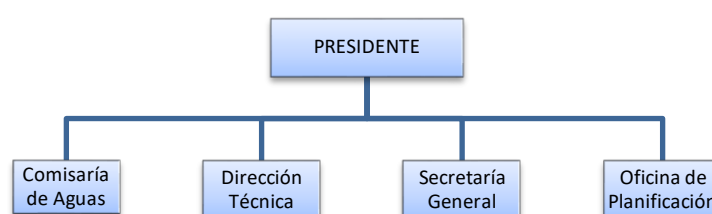


Figura 1 Estructura Organizativa Confederación Hidrográfica

La normativa vigente estructura la acción de los organismos de cuenca en base a una serie de órganos colegiados (órgano de participación y planificación, órganos de gestión, órgano de cooperación) y de órganos de gobierno (Presidente, Junta de Gobierno).

Órgano de participación y planificación:

- El Consejo del Agua

Órganos de gestión:

- La Asamblea de Usuarios
- Las Juntas de Explotación
- Las Juntas de Obras
- La Comisión de Desembalse

Órgano de cooperación:

- Comité de Autoridades Competentes

Órganos de Gobierno:

- El Presidente del Organismo
- La Junta de Gobierno

La Junta de Gobierno la forman los siguientes miembros:

-Comunidades Autónomas, aquellas cuyos territorios intersectan con el del organismo de cuenca.

-Ministerios: Agricultura, Pesca y Alimentación; Ciencia, Innovación y Universidades; Defensa; Economía y Empresa; Interior; Sanidad, Consumo y Bienestar Social; Transición Ecológica;

-Confederación Hidrográfica del Segura, Presidente y los jefes de unidad.

-Usuarios.: Abastecimientos, Regadíos y Aprovechamientos energéticos.

El resumen de los órganos colegiados queda reflejado en la Figura 2:

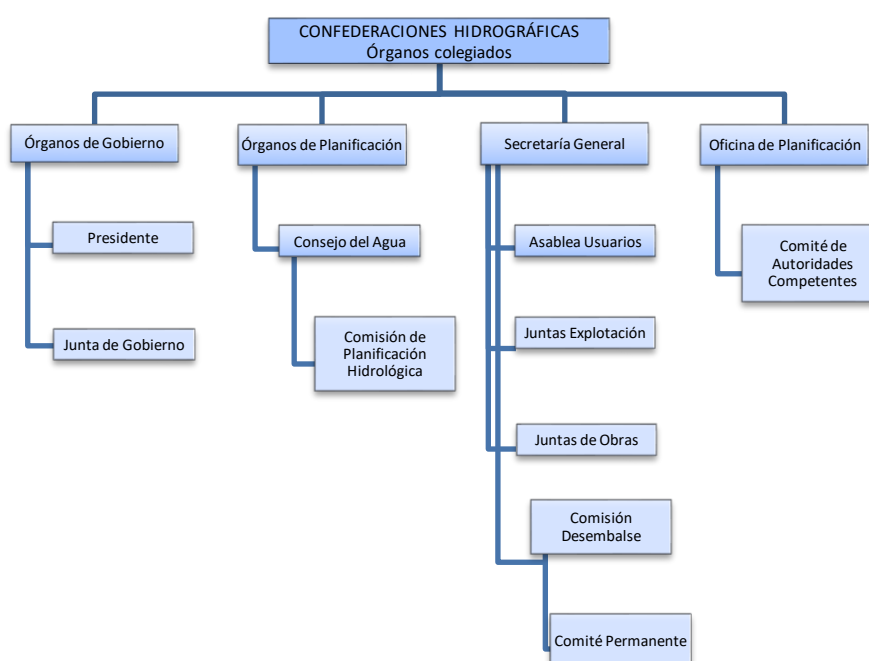


Figura 2 Estructura órganos colegiados CCHH

El Real Decreto Legislativo 1/2001 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y sus modificaciones posteriores regulan los Órganos Colegiados. El Real Decreto 925/1989, de 21 de julio, que constituye el organismo de cuenca Confederación Hidrográfica del Segura, completa el texto legal citado, determinando el número y procedencia de los miembros de la Junta de Gobierno y del Consejo del Agua. Finalmente, el 21 de octubre de 2008 se constituyó el órgano de cooperación denominado Comité de Autoridades Competentes.

A tenor de lo dispuesto en el Artº 25 del Reglamento de la Administración Pública del Agua (RD 927/88), los organismos de cuenca tienen otorgada la siguiente competencia clave:

El proyecto, la construcción y explotación de las obras realizadas con cargo a los fondos propios del organismo, y las que le sean encomendadas por el estado.

Por tanto, el organismo de cuenca tiene **la competencia en la gestión de los activos, básicamente infraestructuras hidráulicas**, que bien de titularidad estatal como la de titularidad propia constituyen un extenso portfolio, con una valoración patrimonial muy importante, como se resume en la Tabla 1.

Tabla 1 Valorización monetaria del patrimonio neto de los organismos de cuenca de la Administración General del Estado. Fuente: Elaboración propia a partir de las cuentas de 2015 presentadas por las CC.HH.

CCHH	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Patrimonio Neto (10 ⁶ €)	416	589	2082	633	934	1044	75	885	5773

Los organismos de cuenca, al igual que multitud de empresas prestatarias de servicios públicos de agua, gas, energía, etc., presentan un diagrama tipo de activos no financieros como el que se refleja a continuación en la Figura 3:

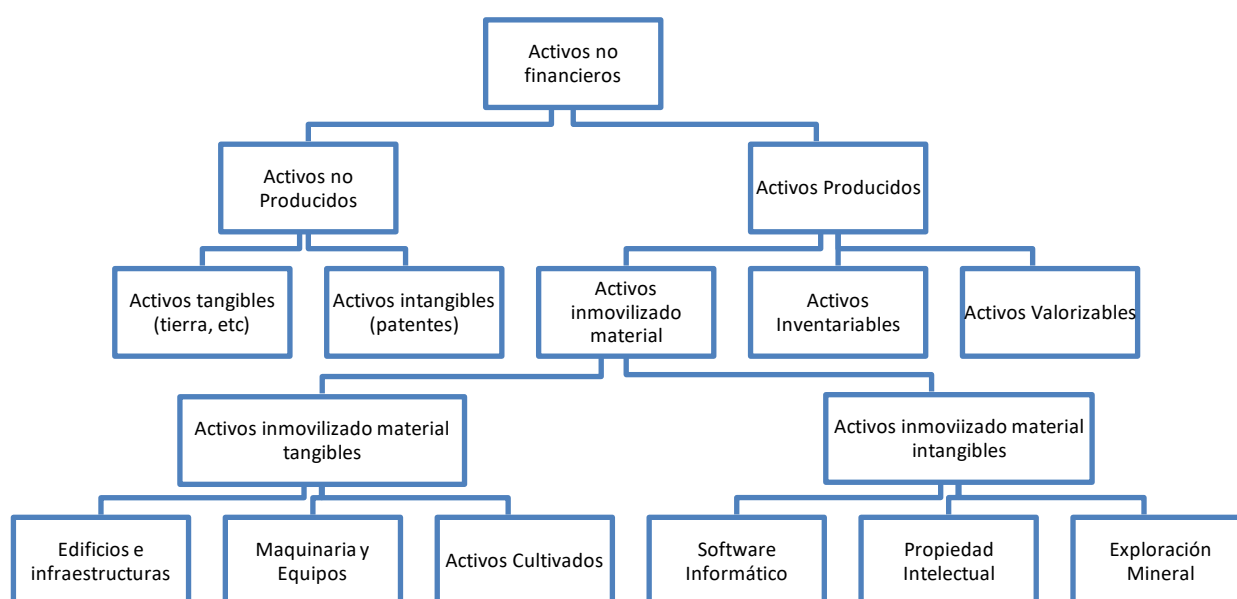


Figura 3 Componentes activos no financieros.

Resulta evidente que el mantenimiento adecuado de estos activos físicos resulta un reto importante para los organismos de cuenca, de cara a poder realizar las funciones encomendadas por la legislación citada y que básicamente, en lo que a las infraestructuras se refiere, son fundamentales en cuanto a red primaria de suministro de los recursos hídricos en los territorios donde se ubican.

1.2.4.- Principales fuentes de ingresos.

La principal fuente de financiación es a través de tasas, cánones y tarifas. Destacan por el volumen de reconocimiento de derechos los siguientes conceptos:

- Concesiones (Canon de producción industrial, chopos y pastos)
- Canon de regulación
- Canon de ocupación y vertidos
- Otros ingresos patrimoniales (Tarifas Utilización de Agua y Venta de Energía Eléctrica)

Asimismo, se han reconocido los siguientes derechos:

- Transferencias procedentes del entonces Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, hoy MITECO
- Subvenciones del Fondo Europeo Desarrollo Regional
- Otras transferencias de la Unión Europea (Fondos Life, Fondos Feder, etc.)

1.3.- Problemática y motivación de la investigación.

Diversos informes, como el titulado “Beyond budgeting: Capturing value from the governments’ asset portfolio” elaborado por el McKinsey Center for Government, ponen de manifiesto la importancia de los activos físicos gestionados por las diferentes administraciones estatales, regionales y locales y la necesidad de:

- clarificar a nivel presupuestario la productividad de los citados activos para la sociedad.
- realizar una “comprensión total” de los citados activos, lo que requiere unos inventarios (patrimoniales), eficaces y eficientes, no solo desde el punto de vista financiero-contable, sino también dirigido a la gestión de los activos físicos.
- realizar una gestión enfocada a la gestión del riesgo, tanto físico (fallo del activo) como financiero (sostenibilidad del sistema).

Es esa importancia desde una perspectiva contable y de desempeño de las funciones asignadas lo que ha llevado a organizaciones internacionales a focalizar sus análisis en los balances de los sectores públicos, y en concreto en algunos de los elementos menos conocidos, hasta ahora, como son los activos físicos no financieros.

El análisis de la información realizada en el informe anteriormente citado proporciona resultados altamente sorprendentes cual es que el valor medio de los activos físicos no financieros constituyen, en los países desarrollados analizados, un valor próximo al 70 % del Producto Interior Bruto, como se muestra en la Figura 4.

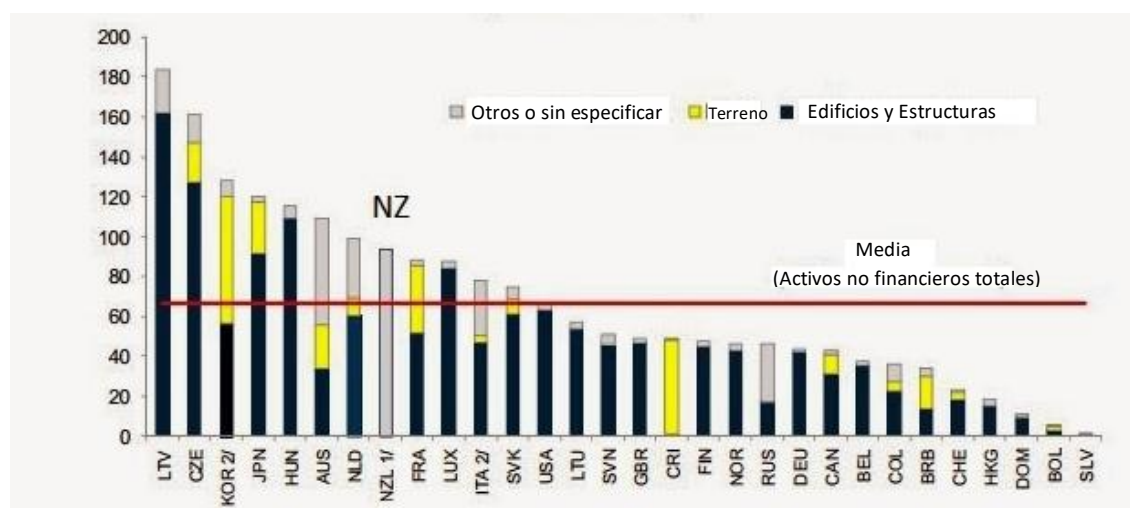


Figura 4 Componentes clave de Activos no financieros reportados, 2011 (Fuente: OCD, Eurostat y IMF Government Finance Statistics Database).

Nota: Si no existe un valor total, la gráfica muestra la suma de las sub-categorías existentes. Se requiere precaución cuando se comparen datos ya que el análisis difiere entre países.

1/ No hay disponible un desglose de los activos no financieros totales

2/ Datos Nacionales. Para Corea, edificios y estructuras corresponden a los activos fijos tangibles totales

Por lo tanto, resulta evidente la necesidad de una adecuada gestión ingenieril y financiera de los citados activos y es en estos retos de gestión donde la implementación de las normas internacionales, que recientemente han establecido metodologías comunes para ello, parece constatar unos mejores resultados en dicha gestión, en particular nos referiremos en la presente tesis a la norma PAS 55, así como a la ISO 55000/55001 y 55002.

Si hacemos el análisis del periodo 2009-2014, en el que se analizan los ingresos y los pagos presupuestarios (balance de caja) para la totalidad de las CCHH, el resultado (en 10^6 €) resulta ser el que aparece en la Tabla 2.

El mero análisis presupuestario de los organismos de cuenca para el año 2016 ratifica la tendencia deficitaria anteriormente constatada, como se observa en la Tabla 3, en la que los resultados se expresan en miles de euros.

Tabla 2 Balance de caja. Periodo 2009-2014.
Fuente: Intervención General del Estado.

AÑO	TOTAL PAGOS PRESUPUESTARIOS	TOTAL INGRESOS PRESUPUESTARIOS	BALANCE DE CAJA PRESUPUESTARIO
2009	856,4	871,9	15,5
2010	659,7	501,1	-158,6
2011	574,6	461,7	-112,9
2012	515,0	424,1	-90,9
2013	563,5	392,5	171,0
2014	634,4	542,0	-92,4

Tabla 3 Análisis presupuestario. Ingresos y Gastos. Organismos de cuenca 2016
Fuente: Liquidación Presupuestos Generales el Estado.

ORGANISMO	INGRESOS	GASTOS	DÉFICIT
CCHH 1	36.576,18	30.095,57	6.480,61
CCHH 2	61.727,00	92.778,00	-31.051,00
CCHH 3	72.530,17	90.976,85	-18.446,68
CCHH 4	174.463,39	183.168,82	-8.705,43
CCHH 5	68.250,00	55.135,20	13.116,80
CCHH 6	39.229,00	48.768,55	-9.539,53
CCHH 7	35.017,56	32.630,58	2.386,98
CCHH 8	89.085,58	115.528,42	-26.442,84
CCHH 9	74.060,08	85.557,43	-11.497,35
TOTAL	650.940,96	734.639,42	-86.698,461

Los datos anteriores evidencian la insostenibilidad financiera de los organismos de cuenca, constatándose la siguiente problemática:

- Presentan un grado de autosuficiencia financiera de un 53% de valor medio, para el periodo analizado, con un rango entre un 24% y un 76%
- Dependen de las transferencias de la Dirección General del Agua, con un valor para el presupuesto de 2016 de 26 millones de euros al año de transferencias corrientes y 225 millones de euros de las transferencias de capital.
- Una fuente de desequilibrios en liquidez de tesorería se produce por los retrasos en los pagos de los usuarios de las tasas que cobran los organismos de cuenca, que frecuentemente son objeto de recursos ante la jurisdicción contencioso-administrativa.

Pero es aún más insostenible desde el punto de vista de la gestión de activos, ya que no se dispone de cara a los usuarios y la sociedad en general, de una metodología que permita poder correlacionar dentro del presupuesto global del organismo de cuenca, que responde a la ejecución de diversas necesidades derivadas de los distintas competencias asignadas, las partidas que se adscriben a las distintas unidades y aquellas otras que son transversales, y particularmente las correspondientes a la Dirección Técnica.

La distribución en alta realizada por los organismos de cuenca carece de un marco regulatorio en lo que a la gestión de los activos físicos se refiere, de tal manera que la planificación que actualmente se realiza la podemos desagregar, básicamente, en dos aspectos:

- De un lado la consecución de los objetivos de la Directiva Marco del Agua, en aras a alcanzar el buen estado de las distintas masas de agua que existen en las demarcaciones hidrográficas,
- Y de otro lado la adecuada satisfacción de las demandas de los usuarios atendidos por los organismos de cuenca

Por otro lado, un hecho constatado es la presentación de periodos de sequía de manera recurrente, de manera que es en estos periodos cuando se produce, desde el punto de vista de la gestión de activos físicos, dos fenómenos en cierta medida contrapuestos:

- Resulta necesario activar una serie de recursos financieros, que denominaremos extraordinarios, para hacer frente tanto a la ejecución de nuevas infraestructuras, como al acondicionamiento y explotación de otras ya existentes.

- Se promulgan una serie de medidas legales de naturaleza económica, que eximen del pago de ciertas exacciones a determinados usuarios, fundamentalmente los de naturaleza agraria.

Ambas cuestiones suponen una alteración de los mecanismos ordinarios de gestión de los activos físicos, sin que ello repercuta de una manera ordenada y homogénea en los distintos organismos de cuenca y sin que ello podamos alegar es un fenómeno impredecible, ya que muestra en las últimas décadas de una cadencia temporal que podíamos calificar de recurrente.

El diagnóstico realizado lleva a la conclusión de que al no existir esa metodología común de la gestión de activos en los organismos de cuenca, nos encontramos con diferentes grados de deterioro del patrimonio hidráulico, consecuencia de distinto grado de mantenimiento, conservación y reposición de las infraestructuras hidráulicas, y de otro lado nos encontramos consecuentemente con diferentes repercusiones tributarias en los usuarios vía cánones y tarifas, lo que da lugar a altas inequidades en el sistema.

Así pues, con esta investigación se pretende mejorar la gestión de los activos físicos gestionados por los organismos de cuenca, mediante el desarrollo de metodologías de análisis de la situación actual y proporcionar nuevos enfoques que permitan a este importantísimo sector reconducir y redefinir las variables utilizadas en la toma de decisiones por los gestores responsables. Y todo ello para hacer frente a los retos que tradicionalmente vienen soportando estos organismos, a saber:

- a) Las políticas de mantenimiento y conservación de infraestructuras han venido desarrollándose fundamentalmente desde el punto de vista correctivo, es decir una vez producido el fallo o avería del activo, lo que podría no ser el sistema óptimo, ni desde el punto de vista del desempeño del activo ni de los fondos presupuestarios precisos para su corrección.
- b) No se cuenta con bases de datos adecuadas, que incluyan los históricos de las averías, para una gestión de activos acorde con las normas internacionales de reciente creación, desaprovechando la ingente “cultura ingenieril” que los expertos responsables de las citadas organizaciones han ido aquilatando generación tras generación.
- c) No se lleva a cabo un análisis de la efectividad ingenieril ni financiera del sistema hasta ahora utilizado, particularmente cuando dichas bases de datos, de existir, no se encuentran convenientemente articuladas de manera homogénea.

El análisis documental realizado ha puesto de manifiesto que no abunda el mantenimiento preventivo-predictivo en los organismos de cuenca en España, de tal manera que no existen protocolos de análisis de situación del activo y consecuentemente tampoco análisis de riesgos del desempeño asociado a los activos.

Específicamente no se ha detectado bibliografía específica relativa a la Gestión de Activos Físicos, bajo los estándares internacionales en los organismos de cuenca españoles, mientras que si se han documentado empresas de capital público en EE.UU, Australia, Reino Unido, etc., donde si se aplican los citados estándares derivados de la norma PAS 55 y las posteriores normas ISO 55000/1/2.

Si se ha constatado la existencia de multitud de investigaciones relacionadas con la distribución de agua en baja, donde las compañías concesionarias de los abastecimientos urbanos han constituido las citadas bases de datos para a partir de dicha información poder realizar una mejora en la gestión de activos, particularmente en todos aquellos que están enterrados, conducciones fundamentalmente. Con las bases de datos que incluyen históricos de averías se han realizado diferentes análisis estadísticos incluyendo estimaciones de probabilidad de fallo asociadas a los activos.

Cuando los datos no están disponibles por su escasez, o por su dispersión, se han establecido metodologías que preconizan, como no puede ser de otra manera, la implicación directa de los gestores concernidos, fundamentalmente en base a encuestas donde se prioriza el denominado “juicio de experto”.

Por lo tanto, esta investigación pretende contribuir a una mejora de la gestión de activos en orden a:

- Protocolizar la recogida de la información disponible en los organismos de cuenca de cara a poder establecer bases de datos adecuadas y enfocadas a la gestión de los activos físicos (infraestructuras hidráulicas) por ellos gestionados.
- Establecer una serie de indicadores de nivel de desempeño, así como indicadores objetivos, que permitan un mayor conocimiento a la hora de tomar las decisiones por los gestores responsables de dichos activos.
- Concretar todo lo anterior en unos planes de actuación para unos horizontes temporales adecuados, que se piensan pueden ser paralelos a los de los Planes hidrológicos de cuenca (6 años de duración y revisables por otros 6 a su finalización).
- Objetivar la mejora que dicha acción inversora supone tanto en la valorización de los activos, como en la minoración del riesgo.

Un aspecto relevante, que define en parte el interés de esta Tesis en profundizar en la gestión de activos en los organismos de cuenca, al amparo de metodologías normalizadas, se relaciona con las preguntas:

- ¿estamos haciendo algo?, y en caso afirmativo
- ¿lo que hacemos es suficiente?
- ¿el coste de la acción es adecuado?

Todo ello de cara al establecimiento de la posible metodología de gestión de activos, entendiendo como una adecuada gestión de activos el resultado de la confección y aplicación plurianual de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

1.4.- Objetivos y alcance de esta tesis.

La situación que ha sido esbozada en los apartados anteriores muestra diversas cuestiones:

- Los organismos de cuenca se encontrarían, en el mejor de los casos, en los estados iniciales de la implantación, sino propiamente dicho de los requerimientos de los estándares internacionales, si de algunos procesos equivalentes a unas buenas prácticas, pero siempre a título individual y no coordinado.
- Los organismos de cuenca carecen de una metodología normalizada y homogénea, que permita diferenciar claramente las partidas presupuestarias de tal manera que se pueda diferenciar presupuestos parciales de ingresos y gastos correspondientes a la gestión que de las infraestructuras hidráulicas se realiza.
- Consecuentemente con lo anterior no se cuentan con planes estratégicos de gestión de activos físicos que supongan tanto una planificación de lo que es preciso acometer en el corto y medio plazo, ni la consiguiente valoración de las actuaciones a acometer y la financiación prevista para ello y los retornos financieros que puedan suponer con la legislación vigente.

Dicho lo cual parece evidente la brecha actual, tanto desde un punto de vista del desempeño como de un punto de vista financiero a tenor del marco legal y del régimen económico financiero que rige legalmente en los organismos de cuenca, más aun en el marco de restricciones presupuestarias de los últimos años y que se prevén no mejoraran sustancialmente en el futuro. Es por ello que se considera conveniente y en cierta medida necesario, definir, para en su caso implantar, una metodología común basada en la gestión de activos que permita al menos en el futuro un “no deterioro” del valor patrimonial de las infraestructuras hidráulicas y a ser posible una cierta recuperación del mismo, a fin de redefinir las necesidades presupuestarias.

Así pues, los objetivos de la Tesis que se presenta se articulan en torno a:

- Establecer el grado de madurez que en base a las metodologías existentes de la gestión de activos presentan los organismos de cuenca y plantear un análisis de las brechas que en base a las citadas metodologías presenta el organismo de cuenca testado y la contribución que supondría la metodología propuesta.

- Formular una propuesta de estructura para realizar el inventario de las infraestructuras hidráulicas. La estructuración del inventario debería permitir, partiendo de activos individualizados, su agregación en subsistemas y posterior agregación en un sistema único de explotación.
- Realizar una recopilación de la información disponible incluyendo las actuaciones de nueva implantación, mantenimiento, conservación y reposición que se han realizado a lo largo del tiempo, con indicación de los presupuestos para ello consignados.
- Analizar la evolución temporal del “valor monetario” de los citados activos, en base a la depreciación natural por el paso del tiempo y a su recapitalización en base a las inversiones de reposición y actuaciones de conservación y mantenimiento.
- Proponer indicadores de eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional que permitan relacionar la condición y el valor de los activos con las actuaciones de conservación, mantenimiento y reposición acometidas en el pasado. Estos indicadores, a su vez, deberán permitir estimar la condición y valor futuro de los activos asociada a un determinado plan de actuación sobre los mismos.
- Establecer una metodología para la estimación del riesgo asociado a los distintos elementos que constituyen un activo, que permita ayudar a la priorización en la formulación de planes de actuación sobre los activos.
- Establecer una metodología para evaluar el impacto que diferentes planes de actuación tendrían sobre las tarifas y cánones.
- Como culminación de lo anterior, abordar la concreción presupuestaria de las actuaciones futuras en el corto-medio plazo (6 años) que permitan contribuir al “no deterioro patrimonial” de los activos físicos gestionados por los organismos de cuenca (las infraestructuras hidráulicas), y en su caso recuperar el nivel del desempeño originariamente asignados a los mismos, todo ello en el marco de un Plan Estratégico de Gestión de Activos, que considere tanto su viabilidad técnica como financiera.

En resumen, todos estos objetivos, concretados en una metodología común para los organismos de cuenca, permitirían en su caso una homogeneización metodológica de cara a la toma de decisiones y análisis de situación en lo que a la gestión de activos se refiere, mejorando como mínimo la información básica a tener disponible para acometer las decisiones óptimas, en lo que a la gestión de los activos físicos se refiere, en el corto y medio plazo.

Y todo ello no solo en el ámbito de los gestores directa e indirectamente implicados sino también dirigido a un mejor conocimiento de los distintos usuarios directamente concernidos, así como la sociedad en general, propietaria última de dichos activos gestionados desde el sector público.

1.5.- Estructura de la Tesis.

La Tesis se estructura en una serie de capítulos, que se enumeran y comentan a continuación:

En el Capítulo 1 se realiza una introducción de la investigación, consistente en describir la problemática analizada y la contribución que a una mejor gestión de la misma aporta la Tesis, en el ámbito de la gestión de activos físicos, infraestructuras hidráulicas, en los organismos de cuenca de la Administración General del Estado.

El Capítulo 2 contiene una descripción del estado del arte relativa a la gestión de activos físicos, no financieros, que se viene realizando en compañías proveedoras de servicios públicos en general, y en particular en las empresas de aguas, destacando la problemática tarifaria de los organismos de cuenca de la Administración General del Estado.

En el Capítulo 3 se describe la metodología que se propone como objeto de la Tesis. Se pretende en primer lugar determinar el grado de madurez que frente a la gestión de activos normalizada se encuentran los organismos de cuenca. A continuación se plantea una estructura para el inventario y para las bases de datos, adecuada para la implementación de la gestión de activos. Se realiza el estudio y propuesta de indicadores de estado y/o nivel de desempeño que contribuyan a una mejor información y conocimiento de cara a la toma de decisiones en las actuaciones de conservación, mantenimiento y reposición de los citados activos físicos, compatibles tanto con un menor deterioro financiero patrimonial, como con el mantenimiento de un adecuado nivel de desempeño. Se propone una metodología para la evaluación del impacto que sobre tarifas y cánones pueda derivarse de distintos planes de actuación sobre los activos. Finalmente, las decisiones a adoptar en el campo de la gestión de activos se deben concretar en un documento con la suficiente capacidad legal y financiera que garantice la ejecución de las actuaciones programadas, proponiéndose para ello un marco genérico consistente en un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

En el Capítulo 4 la metodología propuesta se aplica a la Confederación Hidrográfica del Segura, para un sistema de explotación determinado, de tal manera que se analizan los resultados obtenidos tanto desde la sostenibilidad técnica de lo planteado como de la sostenibilidad financiera para un subsistema hidráulico escogido.

Capítulo 5, representa un resumen de lo realizado, destacando las aportaciones que se pueden considerar originales, aunque siempre basadas en el conocimiento existente de

la gestión de activos físicos y de las aplicaciones prácticas llevadas a cabo en distintas organizaciones, proponiendo finalmente futuras líneas de investigación.

Asimismo se incluye la bibliografía con el conjunto de referencias utilizadas en la confección de la presente Tesis.

El documento se completa con una serie de Anejos. En el Anejo nº1 se incluye la metodología del cálculo de los cánones y tarifas según el régimen económico financiero vigente. En el Anejo nº2 se aportan las bases de datos presupuestarias y cálculos de los indicadores presupuestarios y de sostenibilidad operativa. En el Anejo nº3 se incluye el cálculo de los indicadores de sostenibilidad operacional y riesgo. En el Anejo nº4 se incluye el Plan Estratégico Gestión Activos. Inversiones-Indicadores.

Capítulo 2. ESTADO DEL ARTE

2.1.- La Gestión de Activos en Infraestructuras hidráulicas.

2.1.1.- Descripción.

La Gestión de Activos físicos aplicada a las infraestructuras hidráulicas, al igual que si se tratase de otro tipo de activo físico, debe comprender los conceptos básicos de la metodología generada, así como los objetivos que pretende satisfacer.

Sin embargo, la premisa básica, ya admitida en todos los ámbitos, es que la implantación de metodologías de gestión de activos físicos ya no es una opción, sino que con mayor o menor esfuerzo las compañías que provén de servicios públicos: agua, energía, transporte, etc., deben acometer procesos progresivos para su implantación.

Y ello es así, debido a que en general, hay una serie de retos a los que nos enfrentamos que conviene reseñar:

- En términos económicos las compañías pretenden realizar actuaciones de bajo coste, para maximizar los retornos de las inversiones acometidas, encaminado todo ello a maximizar los beneficios.
- Los responsables gubernamentales, tienden a *preocuparse y ocuparse* de la vida útil del parque de infraestructuras que gestionan, ya que son “sumideros” de importantes cantidades presupuestadas.
- Lo anterior presupone que esos responsables gubernamentales pretenden extender la vida útil de los activos, consecuentemente a un desempeño adecuado, mediante unos presupuestos mínimos.
- Además, el cambio climático se ha incorporado a la presente metodología como un nuevo actor, junto a la necesidad de adaptación al mismo incluso en la utilización de metodologías de gestión de los activos físicos.

En definitiva, la gestión de activos presenta un marco estratégico general con el que se pretende dar respuestas, entre otras, a todas las anteriores cuestiones.

En la línea de lo expresado anteriormente, conviene aclarar los conceptos básicos que se manejan en la gestión de activos físicos, y evidentemente el primer concepto a definir y/o caracterizar es el de activo físico.

Aunque de manera intuitiva entendemos por activos físicos las infraestructuras en general, y en nuestro caso las infraestructuras hidráulicas, los activos físicos presentan una serie de características comunes, algunas de las más relevantes pasamos a enumerar:

- Pueden ser objeto de valoración monetaria, y consecuentemente ser representados en los balances contables.
- Pueden ser objeto de inventario, gestionándolo con las correspondientes altas/bajas y modificaciones.
- Su valoración monetaria se va depreciando con el paso del tiempo.
- Análogamente su nivel de desempeño también se ve disminuido con el paso del tiempo.
- Tienen asignada una función, normalmente, con alta responsabilidad en la prestación de un servicio público.

Diferentes escalas geográficas, locales, regionales, nacionales, globales presentan grandes similitudes que posibilitan la creación de una metodología común de gestión adaptativa a las singularidades de cada organización.

Por lo tanto, resulta esencial, para la implantación de un sistema de gestión de activos normalizado, comprender que dichos activos no representan un conjunto de elementos inamovibles en el tiempo, sino que son elementos que responden a las condiciones de contorno con que realizan su desempeño, de tal manera que la gestión se basa en:

- reconocer que presentan una vida útil.
- que su gestión adecuada resulta de la combinación de estrategias, al menos financieras e ingenieriles.
- que el objetivo primordial, independientemente de otras cuestiones, es alcanzar el mejor desempeño posible en las funciones que les han sido asignadas.
- que la gestión de los activos solo se puede realizar adecuadamente con un buen conocimiento y gestión de los riesgos asociados a los desempeños.
- además, su evolución a lo largo del tiempo presenta una alta correlación con las “atenciones presupuestarias” y de gestión que hayan tenido en el paso del tiempo. Es decir, depende de *cómo han sido usados y cómo han sido tratados*.

Por lo tanto, la Gestión de Activos pretende dar respuesta al reto de cómo hacer lo mejor, con el menor presupuesto, con una minimización del riesgo para asimismo garantizar maximizar el desempeño asociado a un mejor servicio público.

Además, cabe reseñar las ventajas constatadas tras la implantación de los activos físicos en las compañías que proveen servicios públicos:

- Reducen los costes de operación de sus activos.
- Reducen los costes de capital de las inversiones realizadas.
- Mejoran las condiciones del desempeño.
- Reducen los impactos negativos en la sociedad, fundamentalmente asociados a la salud.
- Reducen el riesgo operacional de los activos.
- Minimizan los impactos medioambientales.
- Mantiene y mejora la reputación de la organización ante la sociedad.
- Mejora el desempeño de la organización.
- Reduce los riesgos legales asociados a la operación.

Resulta obvio que tanto las grandes infraestructuras hidráulicas de regulación y reserva, como las redes de distribución de abastecimiento y las redes de saneamiento, junto con las distintas instalaciones de tratamiento de aguas: potabilizadoras, depuradoras, desalinizadoras, constituyen un amplio conjunto de activos físicos que se pueden catalogar como críticos.

Por último, enumerar, a tenor de lo documentado en la bibliografía analizada, las actividades claves que constituyen una Gestión de Activos, y que de alguna manera se han pretendido particularizar para los organismos de cuenca en la Tesis que se presenta.

1.- Desarrollar políticas. La gestión de activos es el nexo de unión entre el Plan Operacional de la compañía y los planes de conservación y mantenimiento.

2.-Desarrollar estrategias. Las estrategias de gestión de activos pretenden ser un medio para alcanzar los objetivos planteados a nivel organizacional.

3.-Plan de Gestión de activos. Pretende definir a lo largo del tiempo, *qué hacer y por quién*.

4.-Seguimiento del Plan. Los planes deben de manera permanente monitorizar, evaluar y en su caso modificar estrategias de cara a conseguir los objetivos.

5.- Formación del personal. Es un objetivo en sí mismo el poseer siempre a lo largo del tiempo los mejores profesionales para poder alcanzar con el menor coste los objetivos planteados.

6.- Gestión del riesgo. Este aspecto es quizás el que presenta una mayor criticidad, de tal manera que evaluar los riesgos derivados de las acciones o inacciones, representa un área crítica en la organización.

7.- Gestión de la información. Como resulta evidente, de todo lo anterior debe quedar constancia documental y registrada, pero definir y dimensionar las bases de datos resulta clave, debido a que un exceso de información, además de costosa, produce desinformación y por el contrario poca información conlleva tomar decisiones desde una cierta “oscuridad”.

2.1.2.- Normativa específica de gestión de activos.

Un primer intento de normalización de la gestión de activos fue en el seno de la OECD (2001) y en el ámbito del transporte por carreteras, mediante la creación de un grupo de trabajo, en aras a desarrollar un sistema de gestión de activos mediante definiciones comunes e identificación de componentes apropiados y todo ello de aplicación en los estados miembros. Dicha metodología debía ser capaz de identificar y medir los beneficios de la aplicación de dichos sistemas de gestión de activos y además proporcionar unas bases de datos adecuadas que permitieran la aplicación de los principios de contabilidad en el sector público, la valorización de los activos y su depreciación vs recapitalización. Por último también indicaban la necesidad del establecimiento de una serie de indicadores relacionados con el desempeño y el riesgo asociado. Por último se establecía la necesidad de implementar los procedimientos adecuados para finalizar con estos sistemas de gestión de activos en condiciones de aplicación en los estados miembros. Se trataba pues del germen de lo que posteriormente serían las normativas que pasamos a comentar.

El proceso de confección de normativa internacional sobre las metodologías a aplicar en la gestión de activos podemos entender se inician con la promulgación de la PAS55. (Publicly Available Specification), en el año 2004 por el Instituto de Gestión de Activos (Institute Asset Management. IAM. www.iam.org), que fue objeto de revisión en 2008.

Brevemente indicaremos que la citada norma, dirigida inicialmente a una optimización de la gestión de activos industriales, establece mediante definiciones y requerimientos específicos, el marco de trabajo para conseguir dicho fin.

Dicha norma pretendía indicar que es lo que hay que hacer, pero no establecía el “cómo” conseguirlo, de tal manera que parte de esa metodología de actuación se entendía explicitada y en normas existentes y a su vez complementarias de esta, como eran las específicas de procedimientos de calidad ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18000:2007.

Básicamente la norma PAS55 comprendía una serie de estándares:

- Definiciones relacionadas con la gestión de activos.
- Especificaciones requeridas de buenas prácticas y posibilidades de ir más allá de PAS 55
- Guía para la implementación de dichas buenas prácticas.

Gráficamente dicho esquema queda representado en la siguiente figura 5

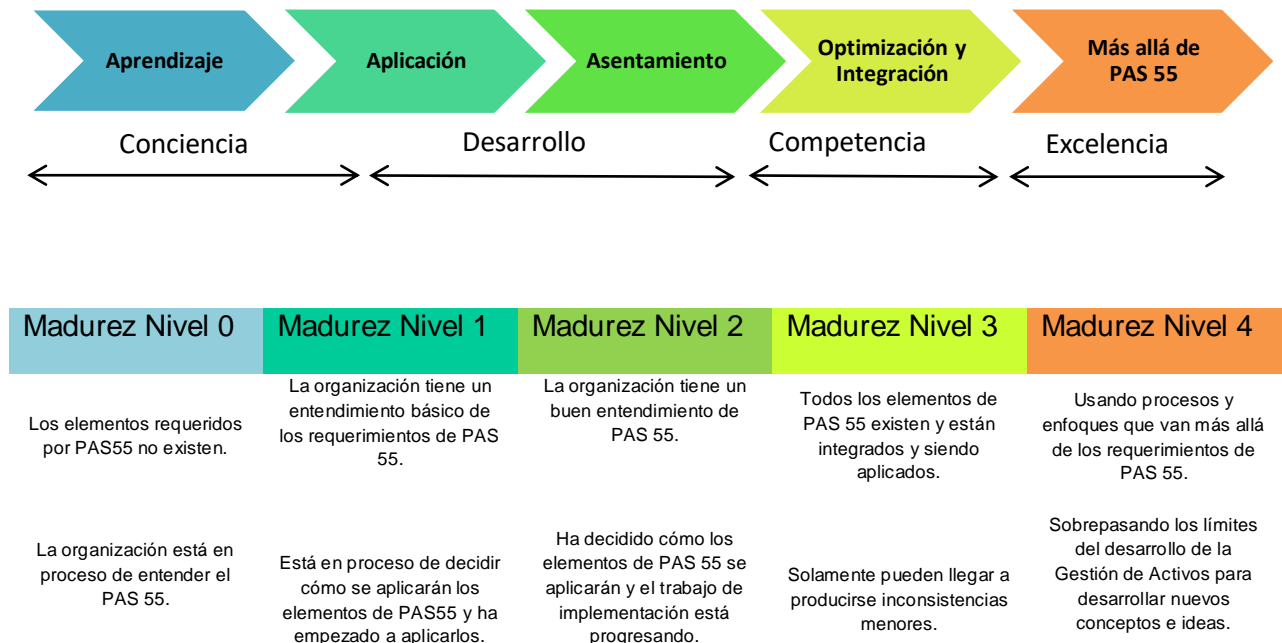


Figura 5. Esquema funcionamiento norma PAS55. Obtenida de "An introduction to Asset Management", por David, Robert

Un aspecto novedoso e interesante es la metodología expuesta a fin de evaluar el grado de madurez de una organización, en lo que a la gestión de activos se refiere, pretendiendo de manera objetiva y a partir de 28 variables de buena gestión de activos, establecer estrategias a lo largo de la vida útil de los mismos en relación a los costes, riesgos y desempeño, integrar todos los aspectos que se dan en una gestión de activos planificada, incluyendo la definición que dicha gestión proporciona:

"Actividades y prácticas que se realizan de manera coordinada y sistemática a través de las cuales una organización gestiona de manera sostenible y optima sus activos y los sistemas correspondientes por agregación de los mismos, y todo ello asociado al desempeño, riesgo y costes a lo largo de su vida útil con el propósito de alcanzar los objetivos del Plan Estratégico organizativo"

La relación y cómo interactúan entre sí los diferentes elementos de dicho Plan queda reflejado en la Figura 6.

Tras este inicio y después de un periodo de confrontación en diversas organizaciones de lo planteado en la PAS 55, es en 2014, relativamente recientemente, cuando se confeccionan las correspondientes normas ISO, a saber:

ISO 55000:2014. Gestión de activos. Visión general, principios y terminología.
 ISO 55001:2014. Gestión de activos. Sistemas de gestión. Requisitos.
 ISO 55002:2014. Gestión de activos. Sistemas de Gestión. Directrices para la aplicación de las normas ISO 55001.

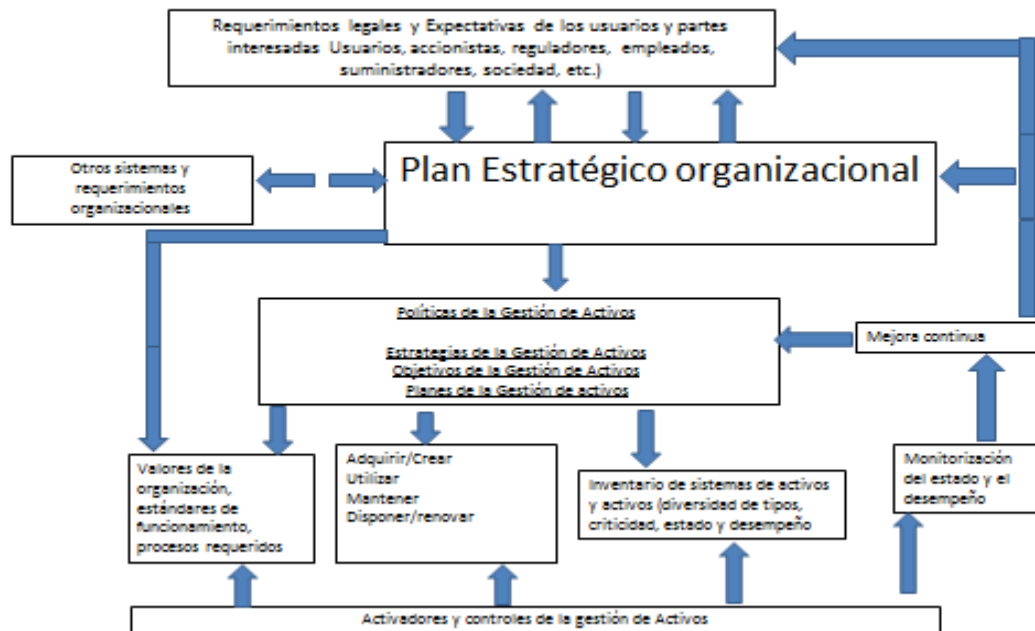


Figura 6. Esquema Plan Estratégico Organizativo. Adaptada de “Best Practices US Army Corps”.

Como vemos, se obtiene así una estandarización internacional de las metodologías a aplicar en la Gestión de activos, proporcionando un marco conceptual genérico, en principio válido independientemente de la naturaleza del activo físico del que se trate, y cubriendo un amplio rango de organizaciones y de culturas empresariales.

Una breve descripción de la norma ISO 55000: 2014 se indica a continuación:

1. Define los factores que influyen para conseguir una buena gestión de activos:
 - La naturaleza y el objeto de la organización.
 - Sus limitaciones financieras y los requisitos reguladores.
 - Las necesidades y las expectativas de la organización y sus accionistas.
2. Destaca los beneficios de una adecuada gestión de activos, entre los que resaltamos:
 - Mejora de resultados financieros.
 - Informa de las decisiones de inversión de activos.

- Mejora la gestión de riesgos.
- Mejora los servicios y productos.
- Mejora de la responsabilidad social corporativa.
- Mejora de la sostenibilidad de la organización.
- Mejora de la eficiencia y eficacia.

3. Especifica los fundamentos en que se basa la gestión de activos:

- Valorización monetaria de los activos.
- Planificación para alcanzar los objetivos propuestos.
- Liderazgo y compromiso. Se considera esencial para alcanzar los objetivos planteados, para lo cual son necesarios:
 - Roles claramente definidos en cuanto a responsabilidades y jerarquías.
 - Garantizar la competencia, implicación y capacitación de la plantilla.
 - Participación en la planificación de los empleados y accionistas y/o usuarios.
 - Incremento de la garantía en el desempeño encomendado.

4. Relación entre los activos individualizados y su agregación en sistemas:

- Básicamente un sistema de gestión de activos se utiliza para dirigir, coordinar y controlar las actividades de gestión de dichos activos. La relación entre los términos clave de la gestión de activos se muestra en la Figura 7.

5. Sistema de Gestión de Activos.

- Aunque resulta evidente que el sistema en cuestión puede extenderse en función de la complejidad de la organización de que se trate, teóricamente dicho Sistema se puede describir como:

Conjunto de elementos que interactúan y están interrelacionados en una organización, cuya función es establecer la política de gestión de activos y los objetivos de gestión de activos y de los procesos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

La relación entre los elementos clave de un sistema de gestión de activos se muestra en la Figura 8.

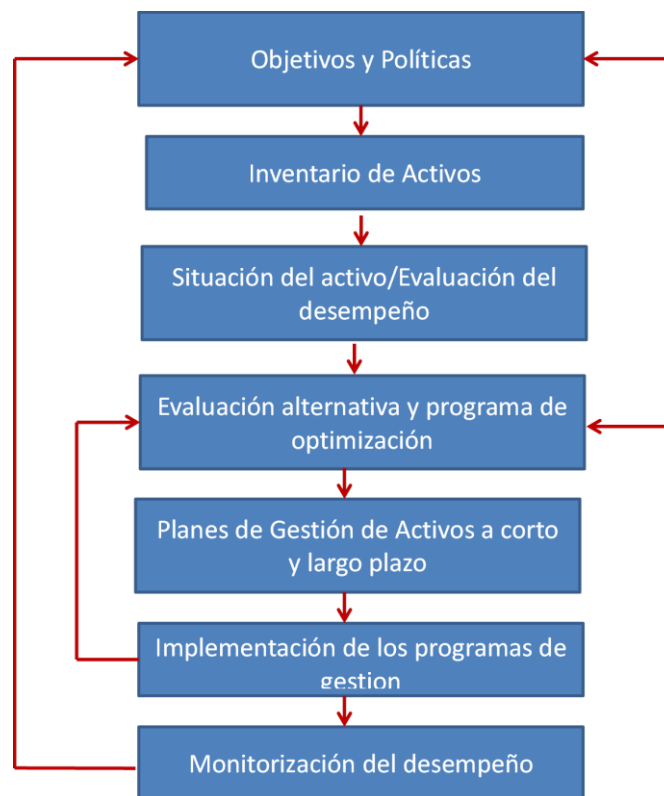


Figura 7 Esquema relacional según Norma ISO 55000. Elaboración propia

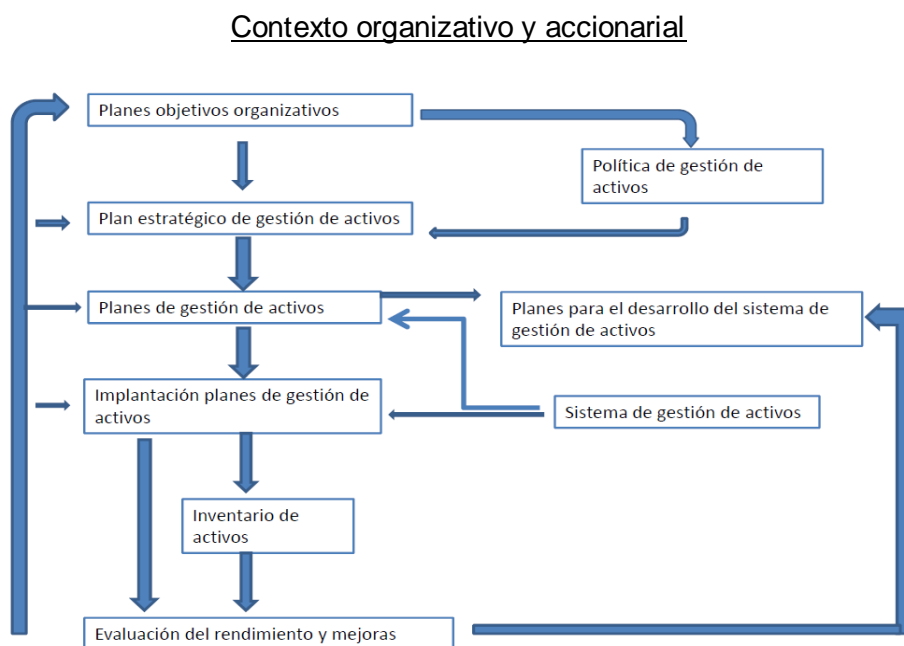


Figura 8 . Relación Elementos Sistema Gestión Activos. Adaptada de la ISO 55000

El citado sistema de gestión de activos potencia la obtención de una serie de beneficios que pasamos a enumerar:

- a) La creación de un sistema de gestión de activos es un beneficio en sí mismo dado que reduce riesgos, identifica oportunidades, etc.
- b) Mejora el conocimiento de la organización (inventario de activos en bases de datos interactivas), mediante la implantación de nuevas herramientas tecnológicas, como pueden ser los Sistemas de Información Geográfica (GIS), así como mejora de los procesos consiguiendo una integración funcional.
- c) Mejora en la operativa financiera, mediante unos mejores datos y vinculación entre los mismos.
- d) La mejora se extiende a muchas partes de la organización:
 - Recursos humanos. Desarrollando modelos de competencias, programas de formación, etc.
 - Integración de los sistemas de información entre los diversos departamentos.
 - Mejora de la comunicación tanto interna entre departamentos como externa (proveedores, usuarios, partes interesadas, etc.).

Los requisitos, que un sistema de gestión de activos debe tener, quedan explicitados en la norma de la siguiente manera:

- Contexto de la organización. Cláusula 4. ISO 55001
- Liderazgo. Cláusula 5. ISO 55001
- Planificación. Clausula 6. ISO 55001
- Apoyo. Clausula 7. ISO 55001
- Operación. Cláusula 8. ISO 55001
- Evaluación del rendimiento. Clausula 9. ISO 55001
- Mejora. Clausula 10. ISO 55001

Por último, indicar la existencia de una serie de términos y definiciones relativas a la gestión de los activos en la citada norma ISO 55000:2014.

En cuanto a la norma ISO 55001:2014., se establecen los requisitos para el establecimiento de un sistema de gestión de activos, sin fijar la importancia relativa entre ellos ni el orden con el que se llevarían a cabo.

Asimismo, especifica el ámbito de aplicación referido básicamente a los activos físicos si bien pueden ser aplicados a otra tipología de activos; desde el punto de vista del contexto de la organización establece los aspectos claves del mismo, a saber:

- Determinación de los problemas externos e internos relevantes para su propósito.

- Fijación de los objetivos de la gestión de los activos, incluido el propio Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).
- Determinar los actores relevantes para el sistema de gestión de activos.
- Requisitos y expectativas de estos grupos de interés respecto de la gestión de activos.
- Criterios para la toma de decisiones
- Requisitos de los interesados para el registro de la información financiera y no financiera relevante para la gestión de activos, estableciendo los protocolos de información tanto interna como externa.

En cuanto al alcance del sistema de gestión de activos se indica que la organización debe considerar:

- Los problemas externos e internos citados anteriormente
- Los requisitos
- La interacción con los otros sistemas de gestión si se utilizan

Este fin último de la organización, en lo que a gestión de activos se refiere, es establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente (en un proceso dinámico) dicho sistema, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones de conformidad con los requisitos de la propia ISO 55001.

No se puede realizar la implantación de estas normas de gestión de activos sin el compromiso de la alta dirección de la organización, el cual se debe plasmar en el liderazgo de la actuación en el sistema de gestión de activos mediante:

- Garantizar
 - Políticas de gestión de activos, los objetivos del PEGA, establecidos y compatibles con la organización.
 - Integración de los requisitos del sistema en la propia organización.
 - Los recursos para la implementación del PEGA.
 - El alcance de los objetivos planteados en los plazos previstos.
 - La gestión de los riesgos en la gestión de los activos este en consonancia con la política de gestión de riesgos global de la organización.
- Fomentar
 - La colaboración entre los distintos departamentos de la organización.
 - La mejora continua de los procesos.
- Comunicar interna y externamente la importancia de la gestión de activos de manera eficaz y eficiente.

Ese compromiso de la alta dirección se debe plasmar en una política de gestión de activos que:

- a) Sea apropiada para el propósito de la organización.
- b) Proporcione un marco para el establecimiento de los objetivos de la gestión de activos.
- c) Que incluya un compromiso de cumplir con los requisitos aplicables.
- d) Que incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión de activos.

Por último, la alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y jerarquías de las funciones relevantes se asignan y son comunicadas dentro de la organización.

La concreción de los hasta ahora indicados se materializa en el Plan Estratégico de Gestión de Activos, planificación que se estructura en:

- a) Acciones para abordar los riesgos y oportunidades del sistema de gestión de activos.
- b) Determinación de objetivos de la gestión de activos y cómo alcanzarlos en el periodo de planificación fijado.
- c) Integración de la planificación de la gestión de activos con otras actividades de planificación de la organización.

En cuanto al apoyo, la organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua en el sistema de gestión de activos.

En relación a la competencia es preciso determinar que las personas que realizan las distintas actividades las posean desde el punto de vista del rendimiento de los activos y del rendimiento del sistema de gestión de activos.

La organización debe planificar, ejecutar y controlar los procesos necesarios para cumplir con los requisitos poniendo en práctica las acciones que hayan sido determinadas en el Plan Estratégico de Gestión de activos, así como las acciones correctivas y preventivas. Asimismo, y relativo a la operación cualquier cambio previamente planificado para su modificación debe ser objeto de su evolución para minimizar y/o evitar los impactos negativos en la consecución de los objetivos fijados.

La evaluación del desempeño es esencial, ya que no se debe olvidar que el fin último de las organizaciones que gestionan activos físicos es prestar un determinado servicio, bien público, publico/privado o estrictamente privado en el marco económico y social de mercado.

Dicha evaluación del desempeño se realizará mediante el seguimiento, medición, análisis y evaluación de aquellas variables relevantes, bajo distintas ópticas, del Plan Estratégico de Gestión de Activos. Además, y mediante auditorías internas se obtendrá información acerca del cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 55001 y de las propias necesidades de la organización. En cuanto a la gestión de activos y sobre todo si la implementación de la norma lo ha sido de manera eficaz y sostenida en el tiempo.

El último paso que implica la implementación de estos sistemas normalizados de la gestión de activos implica actuaciones de mejora consecuencia de no conformidades o incidencias surgidas de la aplicación del sistema de gestión de activos, para lo cual:

- a) Se reaccionará frente a la incidencia o no conformidad, emprendiendo acciones de control y corrección o bien frente a las consecuencias de los mismos.
- b) Evaluando la necesidad de acciones para eliminar las causas de no conformidad para evitar su presentación o repetición.
- c) Revisar la eficacia de las medidas correctivas adoptadas.
- d) Hacer los cambios que sean precisos en el PEGA a fin de evitar dichas incidencias o no conformidades.

El proceso normativo de publicación de metodologías para la gestión de activos físicos culmina con el último documento promulgado: norma ISO 55002:2014 relativa a las directrices para la aplicación de la ISO 55001 que básicamente pretende proporcionar:

- Visión de conjunto. El sistema de gestión de activos forma parte integral del sistema de gestión de la organización.
- Comprensión de la organización y su contexto.
- Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
- Determinación del alcance del sistema de gestión de activos.
- Sistema de gestión de activos, en el que la organización describirá como se establece implementa, mantiene y mejora el sistema propiamente dicho.

Es relevante reseñar que **el éxito de una gestión de activos se basa, en parte, en la capacidad de integrar los procesos de gestión de activos, actividades y datos con los de las otras funciones de la organización, por ejemplo: calidad, contabilidad, seguridad, riesgos y recursos humanos.**

Una figura que representa con un grado de detalle adecuado la relación entre los elementos clave de un sistema de gestión de activos es la recogida en la Figura 9.

Un aspecto que consideramos relevante y que de alguna manera puede activar la implantación de estos estándares internacionales, es la definición de las escalas en lo que al grado de madurez se pueden constatar en las organizaciones.

Un método para su determinación viene expuesto en el IAM Asset Management Maturity Guide.v1.

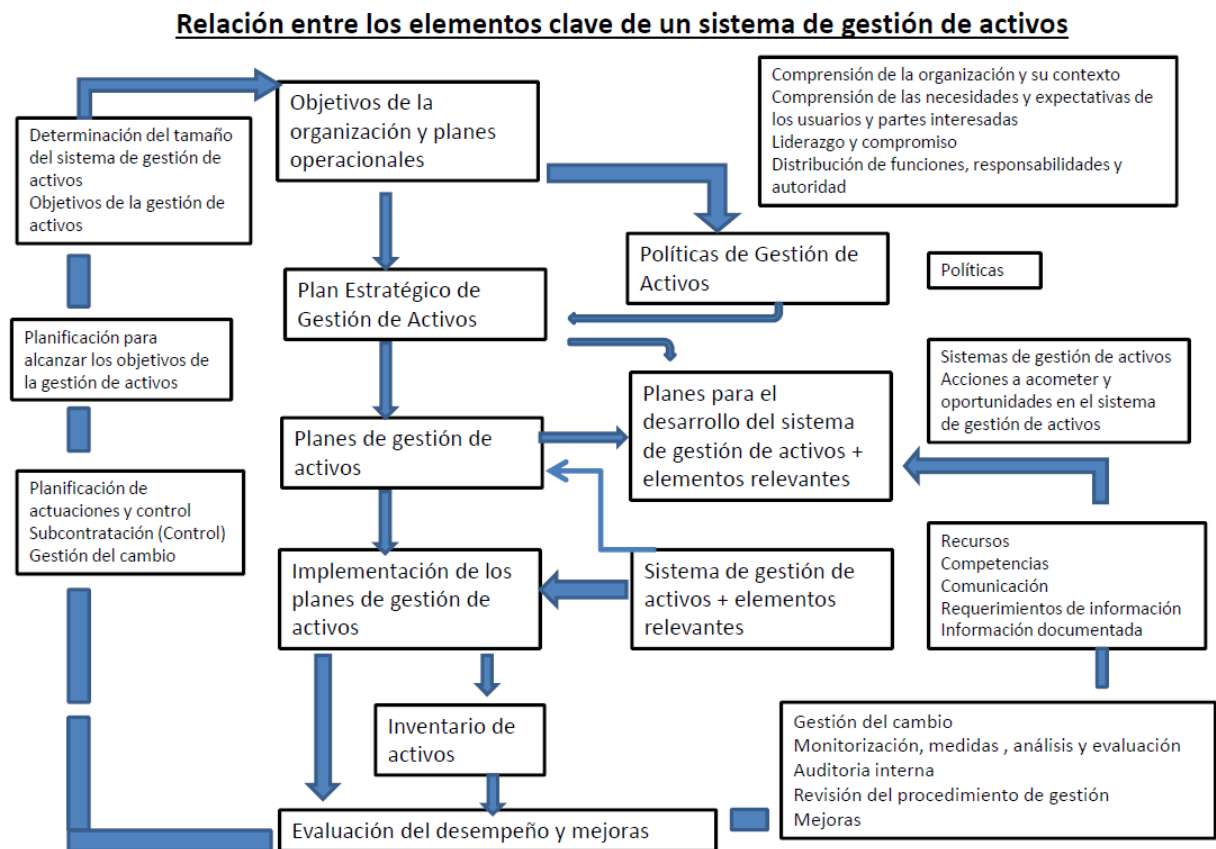


Figura 9 Relación entre los elementos clave de un sistema de gestión de activos. ISO 55002.

2.1.3.- Revisión bibliográfica.

Existe abundante documentación y bibliografía relativa a la gestión de activos físicos, tanto a nivel individualizado por diferentes autores, como a nivel corporativo, destacando en este último caso “The Institute of Asset Management”, más conocido como TheIAM.

Una visión global de la gestión de activos la podemos encontrar en el documento “The Asset Management Landscape”, dónde el estado global del conocimiento sobre este tema queda representado en la siguiente figura:

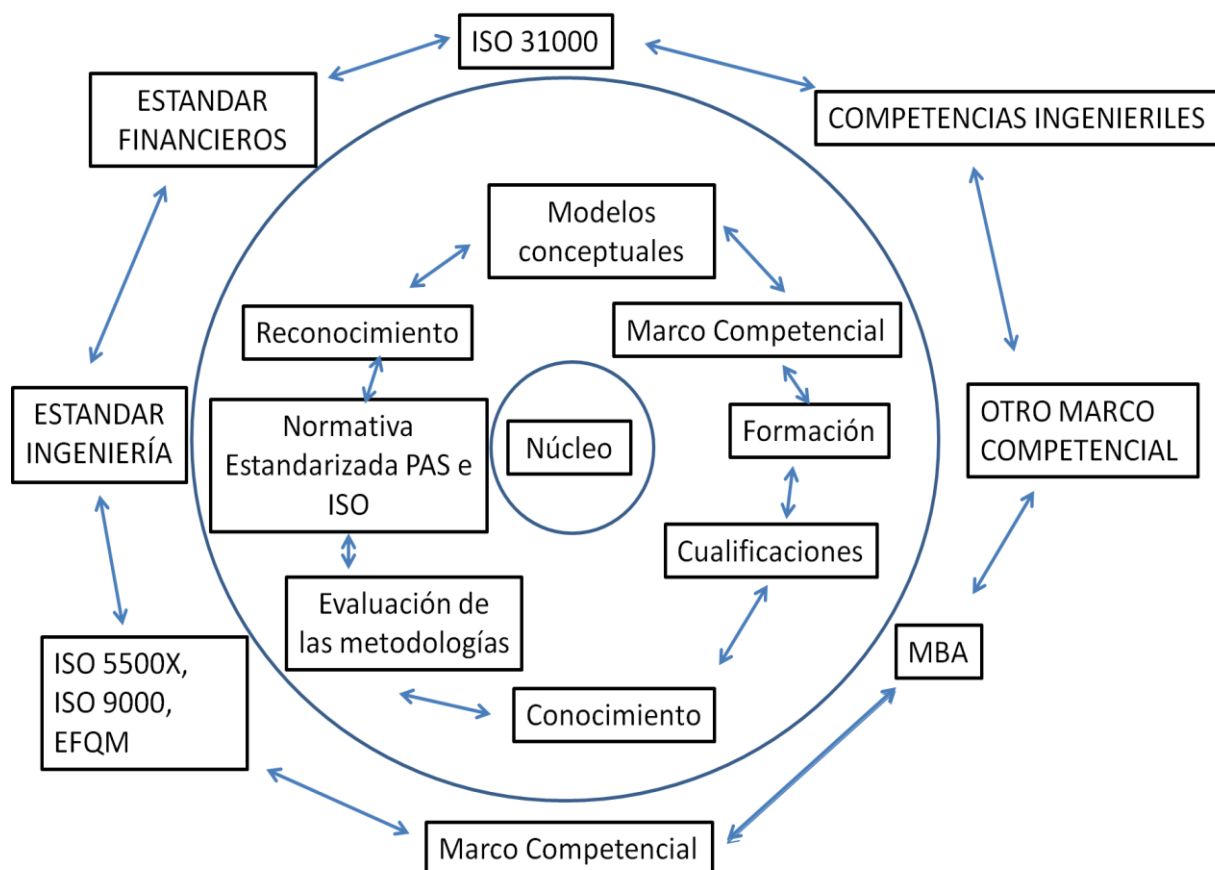


Figura 10 Elementos clave en la implantación de una Gestión de Activos normalizada.

Dónde podemos encontrar las tres áreas claves relativas a la gestión de activos físicos:

- a) El interés común representado por todos los miembros de la citada asociación
- b) El conocimiento y las distintas áreas en que se lleve a cabo la gestión de activos.
- c) El área de soporte técnico.

Se considera asimismo relevante, de cara a una mejor definición del marco global en el que se desarrolla la gestión de activos físicos la tabla 27 que se muestra más adelante y en la que se especifican las 39 variables que permiten evaluar el grado de madurez de una organización en relación a la implementación de la gestión de activos normalizada de acuerdo a estándares internacionales, y que conlleva las definiciones adoptadas para los distintos conceptos manejados. En el ámbito de la gestión de los activos físicos, a saber: políticas, estrategias, análisis de demanda, planificación estratégica, planificación específica de la gestión de activos, etc.

No creemos necesario, dada la amplitud de referencias citadas en la bibliografía que se aporta, proceder a definir los conceptos manejados y las características de los activos físicos o infraestructuras destinadas a la prestación de un servicio público (Firth et al. 1999), (Grimsen and Lewis 2004), (Van der Mandale et al. 2006), pero sí consideramos conveniente resaltar la importancia que el patrimonio de infraestructuras (activos

físicos) representa en el desarrollo económico y social de una nación o región, y consecuentemente destacar la importancia que los posibles balances contables que en una nación o región pueden llegar a representar para lo cual es específica la necesidad de una adecuada valoración monetaria de los mismos, tal y como preconiza el McKinsey Center for Government (2014).

Resulta pues evidente la importancia que el sector público representa no solo desde los puntos de vista clásicos: económicos y sociales, sino incluso de aquellos otros más críticos como el de la propia seguridad nacional que en nuestro país ha significado la promulgación del RD 704/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de protección de infraestructuras críticas, que desarrolla la Ley 8/2011, de 28 de abril, por el que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas.

Por todo ello se encuentran amplias referencias relacionadas con la implantación de metodologías relativas a la gestión de activos físicos relacionados con las empresas, tanto públicas como privadas, relacionadas con el sector del agua, y en general con el sector público: carreteras, abastecimiento, saneamiento, instalaciones portuarias, electricidad, etc.

Las primeras metodologías que se utilizaron como precursoras de lo que hoy conocemos como gestión de activos, son de la década de los años 90, de tal manera que la aplicación de conceptos económicos clásicos determinaba la bondad de las diferentes alternativas propuestas para la consecución del objetivo planteado. Básicamente dichos conceptos eran los conocidos Valor Actualizado Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y los análisis coste beneficio. Estas metodologías han sido aplicadas en otros campos como la pavimentación de carreteras (Worm, J.M et al. 1996).

Desde la publicación de las primeras aproximaciones metodológicas empezaron a producirse investigaciones que pretendían clarificar si los objetivos específicos de la gestión de activos coincidían con los objetivos declarados de la compañía a la que pertenecían (Too, Erik G. 2009), donde además se determinaron elementos claves necesarios, tales como una comunicación adecuada con socios y usuarios, una adaptación tecnológica y también la necesidad de establecer bases de datos en la gestión de los activos.

Desde el punto de vista de normalización de la gestión de activos son numerosas las referencias que se pueden encontrar en la bibliografía disponible, básicamente y a modo de ejemplo referenciamos la Guía establecida por UK Roads Liaison Group, referente en la gestión de activos de carreteras, que como actuación complementaria a lo realizado por los gestores de estas infraestructuras, preconiza una serie de recomendaciones como son los mínimos requerimientos a adoptar para obtener unos mínimos beneficios derivados de la implementación de la gestión de activos normalizada, que se incrementaran en caso de avanzar en el grado de madurez de la

compañía en lo que a la implementación de sistemas complejos de gestión de activos se refiere, como pasos básicos preconiza la definición del contexto en el que se realiza la gestión de activos, la planificación de procesos de gestión de activos y finalmente proporcionar mecanismos que faciliten la implementación de la gestión de activos en las compañías.

Otro ejemplo de gestión de activos pero específica para el mundo del agua es la que se puede consultar es Watercare Services Limited. Asset Management Plan (2011). Period 2012-2022, empresa proveedora de los servicios públicos de agua en Auckland en la que podemos encontrar los diferentes aspectos que cubre un plan de gestión de Activos normalizado, a saber: resumen financiero, una predicción de los costes de mantenimiento y operación a medio plazo, la gestión del desempeño, gestión del crecimiento de la demanda y su incidencia en las infraestructuras de abastecimiento, saneamiento y depuración, la gestión de la vida útil de los activos concernidos, la valorización de los mismos función de su deterioro contable y finalmente la gestión del riesgo del desempeño.

La gestión de activos bajo la metodología que se deriva de las normas generadas, posibilita su aplicación tanto a los procesos industriales, que fueron su origen, como a las infraestructuras, especialmente las que proveen a la sociedad de servicios públicos dada su importancia estratégica, llegando a convertirlas en infraestructuras críticas. La Federal Highway Association de los Estados Unidos propone la utilización para la gestión de las infraestructuras del transporte de metodologías propias de procesos industriales (Valencia, Vhance V et al. 2011), en particular la ISO 15288, de tal manera que la combinación de principios de la ingeniería con la gestión de activos pueden, a pesar de no ser muy utilizados, utilizarse conjuntamente.

En la línea de coordinar los objetivos propios de la gestión de activos y los objetivos de la compañía encargada de ello, es posible analizar cómo interactuar entre las actuaciones de gestión de activos que se acometen y el marco estratégico necesario con que deben dotarse las compañías a fin de obtener resultados satisfactorios (El-Akruti, Khaled et al. 2013). En particular se constata que la ausencia de determinados elementos de dicho marco estratégico conlleva a impactos negativos en lo que a costes se refiere, así como afecciones a la productividad, calidad e ingresos. Consecuentemente se constata asimismo que la presencia de dichos elementos supone un impacto positivo en esas variables.

Desde una perspectiva multi-estratégica, existen modelos con cuatro facetas básicas de la gestión de activos, las cuales son las sociopolíticas, las financieras, las operacionales/técnicas y las del marco regulatorio (Younis, Rizwan 2014). El modelo que se plantea valora diferentes variables de estos cuatro campos de manera que herramientas de inteligencia empresarial, permiten implementar monitorizar e informar varios elementos del marco que se propone. En particular proporciona un marco para una gestión eficaz y eficiente de los activos que componen una red de saneamiento. La

versatilidad del modelo permite su aplicación en organizaciones comparables, dando en todo momento cumplimiento a los requerimientos, tanto normativos, medioambientales, de los accionistas y sobre todo de garantizar la salud pública.

No podemos dejar de mencionar el primer intento de incorporar la gestión de activos en la formación de los titulados de la Universidad Politécnica de Cartagena, en relación a la implantación de la gestión de activos en las empresas de abastecimiento de aguas (Espín Leal, Pablo 2014), (Carmona Aroca, Javier . 2017), (Collado López, Bartolomé 2017), (Caballero López, Javier . 2019).

No obstante lo anterior, la generación de numerosos artículos y comunicaciones relacionadas con la gestión de activos, ha propiciado también algunas opiniones críticas que pretenden acotar los procedimientos que realmente pueden mejorar la gestión de activos (Marlow, David R et al 2013), dónde en lo que a sistemas urbanos de agua se refiere, dada la mayor población a la que será preciso abastecer en el futuro, la menor disponibilidad de recursos debido al cambio climático y en general aspectos socioeconómicos y medioambientales, se alerta de la necesidad de afrontar la gestión de activos bajo una perspectiva global, dónde no solo serán determinantes aspectos técnicos y financieros, sino que sería preciso profundizar en los marcos reguladores respectivos, promulgando y/o modificando la normativa de aplicación, en suma todos aquellos elementos que intervienen en la gobernanza del agua.

Ya específicamente en relación a los submodelos que se han definido en esta Tesis, se ha consultado numerosa bibliografía que cubre las distintas áreas que conforman los citados submodelos.

En la línea de lo que venimos comentando, numerosas publicaciones e investigaciones como las que pasamos a reseñar a continuación, precisan de bases de datos adecuadas para poder implementar sistemas de gestión de activos.

Un enfoque puede ser, centrar el foco en la necesidad de tener adecuadas bases de datos que permitan caracterizar desde un punto de vista técnico los activos, quedando definidos los procedimientos de obtención de los datos, identificando los elementos críticos, y finalmente la necesidad de establecer mecanismos que aseguren que las brechas detectadas se van eliminando (Rahim, Yousif et al. 2010). El modelo que desarrolla presenta un sistema de gestión documental, que facilita el alcanzar los objetivos planteados, para finalizar con una discusión sobre el comportamiento del mismo en el ejemplo planteado.

Como quiera que a lo largo del tiempo se va constatando, como no podía ser de otra manera, el manejo de información adecuada resulta esencial para una adecuada toma de decisiones. Una particularización de ello puede ser el caso de unos consorcios de empresas de aguas en la zona de Victoria en Australia, poniendo en valor la monitorización de una serie de variables relacionadas con la gestión del ciclo integral

del agua y su interrelación con las denominadas “redes inteligentes” de datos, de tal manera que se pretende poder prever los fallos, cuantificar los ahorros que en las compañías supondrían la implantación de estas metodologías y por último especificar unas buenas prácticas para establecer pruebas piloto con garantía de éxito (Davis, P et al. 2013).

Otro ejemplo lo encontramos a partir de las numerosas averías surgidas desde el año 2000 principalmente en Canadá y EE.UU, con unas repercusiones económicas elevadas. Habiéndose constatado que las averías en las infraestructuras hidráulicas a menudo implican daños o al menos incidencias en estructuras próximas, se ha desarrollado una metodología basada en redes bayesianas que mediante el adecuado tratamiento estadístico de las bases de datos existentes de las averías y sus consecuencias, permiten identificar las conducciones que en una determinada red presenta una mayor vulnerabilidad, de tal manera que se contribuye a determinar si las actuaciones a acometer deben ser de mantenimiento, reparación o reposición. La metodología propuesta se ha testado con éxito en la ciudad de Kelowna (Kabir, Golam et al. 2015).

Tal y como hemos venido describiendo en este apartado, la complejidad que la gestión de activos supone, implica la generación de metodologías que van desde una simplicidad debida fundamentalmente a la falta de bases de datos adecuadas, a una complejidad creciente cuyo ejemplo más claro son los análisis multicriterio. Un ejemplo de ellos, es una metodología centrada en una pequeña compañía en Suiza, en el que la utilización también de redes bayesianas conducen a modelar diferentes estrategias de rehabilitación, cuyas consecuencias futuras se determinan mediante técnicas estadísticas de naturaleza estocástica, realizándose análisis de sensibilidad para distintos porcentajes de utilización como mantenimiento y conservación, en relación a la valoración monetaria que representa el activo. La metodología planteada es extrapolable a una compañía de mayor tamaño, pudiendo adaptarse los objetivos a los que la propia compañía y sus gestores consideren prioritarios (Scholten, Lisa et al. 2014).

Como viene exponiéndose a lo largo de este apartado, son numerosas las publicaciones que partiendo de unas bases de datos consistentes de riesgo, averías y costes de reparación propugnan metodologías “predictoras” de averías. Otro caso desarrollado conjuntamente entre UK y EEUU, ha conseguido a través de la aplicación de modelos estocásticos (Monte Carlo), la estimación de importantes ahorros en caso de aplicación de estas metodologías (Morimoto, Risako 2010).

Ha quedado pues puesto de manifiesto, que la existencia de bases de datos consistentes y extensas en el tiempo (al menos 15 años) permite la realización de análisis estadísticos de predicción de averías, siendo este procedimiento uno de los “clásicos” en lo que a redes de conducciones se refiere. Podemos encontrarnos con modelos abiertos, usables por cualquier compañía del sector de abastecimiento y

saneamiento a fin de predecir los riesgos futuros de las conducciones en función de las distintas estrategias simuladas relativas a conservación (Renaud, E. et al. 2012). El modelo se calibra en función de los parámetros propios de la compañía, sin que el usuario sea un experto en estadística.

Pero no solo es necesario evaluar el estado del activo, sino que un dato a tener muy en cuenta es el histórico de averías, poniéndose de manifiesto la variedad de activos que intervienen en los sistemas de saneamiento, depuración y reutilización de tal manera que resulta imprescindible para una adecuada gestión de los mismos, homogeneizar las bases de datos relativas a dichos históricos. De esta forma será factible un análisis sistemático del desempeño del sistema (fallos) vinculado a los históricos de averías de los activos implicados, evaluando asimismo las consecuencias que de dichos fallos se derivaron en el pasado (Korving H et al 2007).

Esta cuestión ha llevado a realizar investigaciones que permitan esa toma de decisiones cuando dicha información es escasa, lo cual corrobora la necesidad de disponer de bases de datos de los históricos de averías, así como de las actuaciones de mantenimiento y conservación para poder desarrollar modelos fiables, si bien en multitud de ocasiones el análisis de la información disponible revela que los datos son limitados, en particular en todos aquellos activos físicos “no visibles” como pueden ser las conducciones de agua y saneamiento. Por ello se ha desarrollado un modelo de soporte a la decisión en empresas gestoras del agua mediante encuestas con expertos de distintas compañías a fin de valorar la bondad de los resultados obtenidos tras la aplicación del modelo (Dlamini, D. 2013).

Evidentemente si no hay información disponible los programas de mantenimiento van orientados a los aspectos correctivos y no a los preventivos-predictivos, lo que supone “a priori” unos menores presupuestos para estas partidas.

Pero esa misma escasez de datos hace que los sistemas en que ello sucede no son evaluados desde el punto de vista de la efectividad de la gestión de activos realizada, en esta línea la citada investigación pretende dar una adecuada respuesta a las siguientes preguntas:

- A. ¿Qué mejoras pueden ser realizadas para evaluar la condición de los activos ligados a las compañías gestoras de aguas cuando los datos históricos son limitados?
- B. Existiendo planes de mantenimiento ¿Qué métodos y técnicas pueden ser usadas para evaluar la efectividad de dichos planes, particularmente cuando los históricos de los datos del desempeño del activo son escasos?
- C. ¿Qué aspectos y actuaciones deben ser considerados por las compañías gestoras del agua para implementar programas de mantenimiento de sus activos cuando los datos históricos son escasos?

Esa investigación se focaliza en los planes y programas de mantenimiento relativos a los elementos electromecánicos gestionados por las compañías suministradoras de agua, a saber: motores, válvulas, bombas elevadoras, etc., que las bases de datos de históricos de averías han mostrado como más proclive al fallo dada su condición dinámica de funcionamiento, a diferencia de la condición estática de la obra civil.

En general los primeros pasos en este aspecto de indicadores tuvieron un fuerte desarrollo en la gestión de las infraestructuras de transportes, donde tal y como expuso Humplick and Paterson. (1994) el desempeño se ha de poder medir mediante indicadores que proporcionen información acerca de i) la calidad del servicio bajo el punto de vista del usuario, ii) el análisis global de la red de transporte y su condición, iii) la eficiencia operacional y su productividad desde el punto de vista de la administración proveedora del servicio, iv) necesidades presupuestarias y sostenibilidad de las mismas en el tiempo, v) parametrización de todo lo anterior mediante la confección de una serie de indicadores.

El procurar disponer de los distintos activos de una compañía en adecuadas condiciones para alcanzar los niveles de desempeño exigidos es la finalidad última de una gestión de activos planificada. Es por ello que son numerosas las investigaciones realizadas a fin de poder evaluar dichos activos y su desempeño mediante una serie de indicadores que son objeto de monitorización.

En particular se ha llegado a proponer una red jerarquizada de indicadores que se implementan en tres áreas de la compañía, a saber: la técnica-mecánica, la relativa al personal concernido y finalmente la relativa a los procesos (Hassan, Jakiul et al 2012). Ello proporciona una visión general mediante dichos indicadores multinivel, que permiten determinar los distintos “pesos” que presentan dichos indicadores asociándolos al desempeño y consecuentemente a la probabilidad de fallo. La metodología se ha testado con resultado satisfactorio, de tal manera que dicho sistema de indicadores y su monitorización proporciona un índice de desempeño de los activos, determinando que áreas precisan de mayor atención.

Esta cuestión, la de la vida útil del activo, también ha sido objeto de análisis por diferentes investigadores, más aun cuando las compañías manejan importantes cantidades de capital, cuales son las empresas proveedoras de servicios públicos, en este sentido establecer procesos sistemáticos que determinen el papel estratégico de los sistemas de gestión de activos, en el seno de un sistema de gestión de la organización, se considera un paso necesario que debido a su complejidad precisa de análisis holísticos, y todo ello encaminado a proporcionar mejoras en la gestión organizativa de la compañía (El-Akruti, Khaled O et al, 2012).

En línea con lo anterior, los activos físicos ligados a las infraestructuras que proporcionan servicios públicos, tales como agua, transportes, etc, precisan de un buen conocimiento de lo que se denomina la vida útil del activo, de tal manera que la

situación en el tiempo del mismo, el tiempo transcurrido y por transcurrir desde su puesta en servicio, debería caracterizar las actuaciones de conservación y mantenimiento a incluir en un plan de gestión de activos. Se ha llegado a concluir que una adecuada percepción de la vida útil de los activos precisa de la utilización conjunta de métodos cuantitativos y cualitativos (Ruitenburg, Richard J et al. 2014). El método que propone (LIAA) incluye sesiones con los gestores responsables que mediante la utilización del denominado “juicio de experto” permite parametrizar el conocimiento que de los activos físicos se dispone.

Fundamental resulta en esta línea el poder disponer de un sistema de monitorización y evaluación del riesgo, que permita mejorar las condiciones del desempeño asociado al activo, de tal manera que se parametrize su deterioro y fallo. Y para ello resulta esencial determinar que parámetros pueden ser objeto de dicha monitorización para de manera preventiva poder “alertar” de futuros fallos, disminuyendo mediante acciones predictivas los costes asociados al fallo. Un ejemplo de esta línea de trabajo en la gestión de activos la proporciona Davis, P et al (2013), con una serie de tecnologías de monitorización que se encuentran en fase de progreso en este campo, mediante pruebas piloto, en el campo de las redes de abastecimiento y saneamiento.

Pero es claro que una de las variables que incide de manera principal en las políticas de gestión de activos son las políticas presupuestarias de las compañías o de las propias administraciones responsables.

Esas políticas presupuestarias precisan asimismo de fuentes de financiación sostenibles por lo que el binomio gestión de activos-sostenibilidad financiera es clave en los procesos de implantación de dichas metodologías.

Tanto en el pasado, como en el presente o en el futuro, son evidentes las dificultades presupuestarias con las que se encuentran las administraciones públicas, que llevan a la consideración de diferentes mecanismos de financiación de las obras públicas, con distintas fórmulas de colaboración del sector privado. Se ha llegado a establecer que además debe ser objeto de análisis el tratamiento contable que dichas formulaciones deben tener en la contabilidad nacional, a efectos de cuantificar sus impactos y determinar su evolución en el tiempo (Benito López, Bernardino 2003).

Pero es que la realidad de dichas políticas presupuestarias, un claro ejemplo lo constituye el principio de “que el que contamina paga”, las empresas de agua y saneamiento cada vez pretenden ser más autosuficientes desde el punto de vista de la sostenibilidad financiera. Ello conlleva por estricta aplicación de técnicas presupuestarias a incrementar las tarifas, lo cual se puede considerar una inequidad del sistema, dado que se trata de un mercado cautivo. Se han propugnado mejoras de gestión y de planificación de actividades, así como de mecanismos de financiación adaptativos en el tiempo, es decir de carácter dinámico, que pueden contribuir a mejorar la citada autosuficiencia financiera (Rehan, R. et al 2011 y 2014).

Asimismo, encontrar fuentes de financiación adecuadas, para acometer las tareas de reposición, mantenimiento y conservación y asimismo las de nueva implantación, es otro de los campos de investigación donde se han podido realizar algunos avances. En relación a esto podríamos citar: *“Es necesario innovar para identificar nuevas fuentes de financiación. De tal manera que los gobiernos estatales y locales necesitan más flexibilidad en el uso de dichos recursos financieros. Soluciones desde el punto de vista del análisis Coste-Efectividad de las medidas y una mejor gestión de los fondos son esenciales.”* (Uddin, Waheed et al. 1997).

Pero como ya resulta fácil de comprender, la gestión de las compañías proveedoras de servicios públicos, se ve particularizada si se trata de una empresa privada o si se trata de una administración pública. En el primer caso además de la gestión propiamente dicha en base a metodologías de gestión de activos, también tiene que tenerse en cuenta los costes de capital, ya que para la compañía hay que asegurar no solo el retorno de la inversión realizada, sino que debe garantizarse una rentabilidad al capital utilizado. Es por ello que resulta fundamental la agregación de los distintos elementos que componen las redes eléctricas, a fin de que no solo se consideren de manera aislada sino pertenecientes a un subsistema superior, en el que es preciso determinar las rentabilidades financieras de las cantidades invertidas (Schneider, Joachim et al. 2006).

En esa línea anteriormente comentada, se han evaluado los retornos financieros que las inversiones realizadas a lo largo de grandes periodos de tiempo en el parque de infraestructuras públicas se han venido realizando (Bianchi, Robert J et al. 2014). Para establecer dicha evaluación se recurren a distintos índices, de tal manera que se pronuncia acerca de la idoneidad de los mismos de cara al fin perseguido. La metodología pretende, a partir de lo analizado en infraestructuras de los EE.UU, proporcionar una metodología lo suficientemente estandarizada para ser aplicadas en otros países.

A continuación, una vez definidos los sistemas de financiación disponible y las disponibilidades presupuestarias, la decisión de los gestores de las compañías suministradoras de agua es determinar la combinación entre inversiones nuevas de reposición y actuaciones ordinarias de conservación y mantenimiento que es preciso realizar. Ello se realiza mediante un análisis en el corto y medio plazo. Análisis realizados en compañías de Gales e Inglaterra, pretenden proporcionar un marco a la vez flexible y potencialmente variable a fin de alcanzar tanto un adecuado nivel y tipología de inversión, como garantizar un uso eficiente del agua. A partir de ello, se definió el modelo denominado BST (bulk supply tariff) en el que la fijación de las tarifas se realizará con una tarifa por defecto en caso de que las partes no sean capaces de encontrar un punto de encuentro (Stern, Jon et al. 2012).

De manera genérica se ha venido constatando la brecha existente entre lo necesitado frente a lo realmente invertido, llegándose a exponer en el sector del agua tanto potable como residual la necesidad de minorar las brechas existentes entre las necesidades financieras a invertir en el sector agua y las cantidades realmente destinadas, más aún si se tienen en cuenta las afecciones futuras debidas al cambio climático y al aumento de la población. En particular las metodologías propuestas analizan el deterioro de los citados activos (fundamentalmente conducciones) modelando e intentando predecir comportamientos futuros (Ward, Ben 2015).

En esa línea de poder establecer el estado del desempeño del activo físico, ligado al deterioro sufrido desde su puesta en servicio, se ha definido como indicador útil para la gestión de activos en infraestructuras de agua urbana (para un momento temporal determinado) el denominado Infrastructure Values Index (IVI), como el cociente entre el valor, en el momento analizado, del activo en cuestión y el coste de reposición, para ese mismo momento (Alegre, H et al. 2014). Pudiendo extenderse por agregación de activos el cálculo del citado índice para subsistemas (agregación de activos) y sistemas (agregación de subsistemas), de tal manera que índices del entorno del 50 % (40%-60%) implican infraestructuras con un nivel de mantenimiento aceptable, mientras que valores superiores implicarían infraestructuras recientemente construidas o infraestructuras antiguas que han sido sometidas a ampliaciones o renovaciones (recapitalización) o incluso importantes actuaciones de rehabilitación y mantenimiento.

Por el contrario valores inferiores implicarían una pérdida acumulada importante en el valor del activo (descapitalización). Para el cálculo de dicho índice desarrollaron un software específico disponible en www.baseform.org.

Por todo lo indicado, resulta evidente la complejidad en establecer un marco global, que sirva de soporte y ayuda a la hora de tomar las decisiones adecuadas en la gestión de los activos físicos en las compañías responsables de la prestación del servicio encomendado.

Siendo pues relevante para las distintas organizaciones a las que se les ha encomendado la gestión de los recursos hídricos en sus distintas versiones, determinar el grado de deterioro de los activos físicos implicados en la prestación de un determinado servicio. Siendo necesario además de fijar ese deterioro como pérdida del valor monetario del activo (descapitalización), determinar asimismo la pérdida, en su caso, del desempeño que lleva implícito dicho deterioro y sobre todo el riesgo que ello puede suponer para la actividad encomendada. Este factor, el riesgo, finalmente resulta determinante, pues no es sino la pérdida del desempeño encomendado al activo, la manera fehaciente de no alcanzar los objetivos planteados, sin entrar a valorar otras cuestiones también trascendentes, como pueden ser la salud pública, daños ambientales, pérdidas de ingresos, etc.

En esta línea procede por lo tanto citar metodologías que tengan al riesgo como el objeto de su análisis. Entre otras, existe una propuesta consistente en un híbrido entre el análisis coste beneficio, mediante una matriz de riesgo que evalúa conjuntamente la frecuencia del fallo y la consecuencia del mismo en el desempeño asignado al activo (Johansen N.B. et al. 2007). La formulación propuesta permite de manera simple evaluar desde esos puntos de vista tanto los activos individualizados como los subsistemas y sistemas que resulten por la agregación de los mismos.

La citada metodología ayuda a la toma de decisiones relativas a la renovación, conservación, reposición, etc. de los activos que integran los sistemas analizados, particularmente redes urbanas.

La importancia y trascendencia económica y social de todos estos aspectos hasta aquí reseñados han hecho que los diferentes gobiernos responsables de la gestión de los activos físicos ligados a la prestación de un servicio público hayan creado órganos específicos para recopilar la información, analizarla y finalmente proponer metodologías de actuación encaminadas a una gestión de activos físicos más eficaz y eficiente.

Cabe destacar el regulador económico del sector del agua en Inglaterra y Gales (Ofwat, www.ofwat.gov.uk) que dispone de un plan de gestión para el periodo 2017-2022.

Análogamente, pero ahora en lo relativo al transporte debemos citar al U.S Department of Transportation Federal Highway Administration, que ha publicado recientemente (2015) una serie de informes relativos al Asset Management Financial, en el que se describe de manera pormenorizada aspectos claves de la Gestión de Activos.

En relación a nuestro país es evidente la reivindicación de algunos sectores, tales como el de distribución de agua urbana, de la existencia de un regulador, no siendo tan clara la reivindicación de dicho regulador “en alta”, para las organizaciones de captación, regulación, transporte y en su caso tratamiento, que por el contrario gestionan la totalidad del recurso disponible en España, no debiendo ser excusa para ello su naturaleza pública.

Llegados a este punto debemos introducir la relación existente entre la gestión de los activos físicos y el valor monetario que los mismos poseen, con todas las matizaciones que dicho valor monetario implica dadas las especiales características de dichos activos.

Esta especial relación ha implicado que una parte de la revisión bibliográfica se haya encaminado a este aspecto, analizando los “criterios contables” con los que se parametrizan los activos físicos (infraestructuras) que finalmente no son sino una parte importante del patrimonio nacional.

Una aproximación clásica a esta cuestión la podemos encontrar en la Guía publicada por la CPA Australia Ltd.(2012), relativa a la valorización y depreciación bajo los estándares contables de los sectores públicos. Y vinculado a esa depreciación, una cuestión relevante es que un importante número de las metodologías evaluadas radica en poder establecer una serie de índices/indicadores homogéneos desde un punto de vista de la sostenibilidad del activo. Indicadores que pueden cubrir un amplio espectro, desde los puramente técnicos (estado de pavimentos, vibraciones, estado de corrosión de los elementos metálicos, etc.) a aquellos que reflejan cuestiones financieras/presupuestarias (presupuestos para mantenimientos, presupuestos de reposición/renovación, retornos vía tarifas, etc.).

En este sentido podemos reseñar la constatación del deterioro que un activo sufre a lo largo de su vida útil y cómo actuaciones tempranas en conservación pueden suponer un incremento de su vida útil.

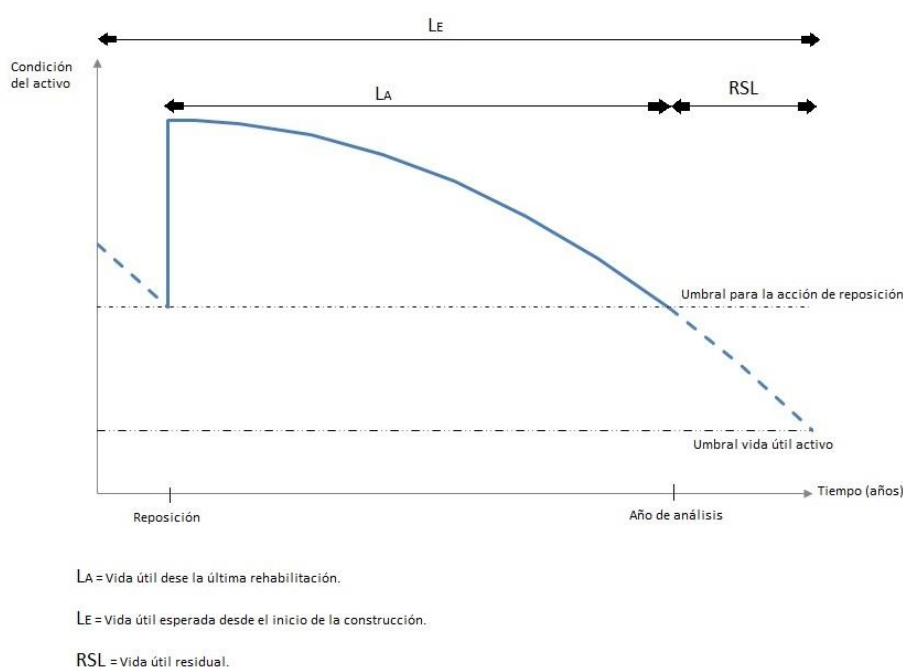


Figura 11 Evolución de un activo frente a actuaciones de reposición

Pero vinculado a lo anterior debemos resaltar que la no inversión en mantenimiento y conservación de manera planificada y sostenida a lo largo de la vida útil del activo conduce no a un deterioro lineal sino a un deterioro acelerado incrementando rápida y bruscamente el déficit de infraestructuras, en otras palabras, la descapitalización del patrimonio público.

Así pues, nos encontramos numerosos autores que han investigado en relación a las diferentes metodologías para valorar (valorizar monetariamente) los activos físicos constituyentes de las infraestructuras públicas. Como ejemplo de lo anterior, se

propugnan indicadores de desempeño, relacionados con el valor monetario del activo (Cowe Falls, Lynne et al. 2004; Humplick y Paterson 1994), quedando el resumen reflejado en la Tabla 4 siguiente:

Tabla 4 Relación entre valorización e indicadores de desempeño por Lynne Cowe Falls

Nivel	Indicador	Componente	Observaciones
Macro	Valorización del activo	a) Valor de reposición. b) Valor patrimonial contable	
Productividad y Eficiencia	Productividad consumida	a) Total inversión b) Inversión nueva c) Inversión en conservación d) Inversión en operación (explotación)	General o por categorías
Efectividad institucional	Retornos económicos	a) Análisis coste-beneficio b) Prueba c) Depreciación de los activos de la red viaria	Valor actual (depreciación) de las carreteras divididas por el valor de reposición.

Si bien, en la gestión de los activos físicos resulta relativamente sencillo identificar los costes asociados a las distintas actuaciones realizadas (nueva implantación, reposición, conservación, etc.) al ser tangibles, pero en relación a los beneficios ello no resulta tan sencillo, más aún cuando muchos de ellos los podemos calificar como intangibles (Haas, Ralph et al. 1994). Muchos de estos últimos a priori intangibles, pueden ser objeto de cuantificación monetaria, por ejemplo, la mejora de seguridad vial puede llevar implícita un menor número de accidentes y consecuentemente unos ahorros en los pagos de las compañías aseguradoras.

Ejemplos de esto podemos encontrar en la publicación de la OECD (2001), que resume una serie de potenciales beneficios obtenidos al implantar una gestión de activos en relación con los diferentes aspectos relacionados con el sector de los transportes y que indicamos a continuación:

- Comunicaciones.
- Inventario de los activos, su condición y uso.
- Nivel de desempeño.
- Herramientas para la gestión de activos.

- Proceso presupuestario.
- Desarrollo del staff.

Si bien el citado informe destaca que el mayor beneficio obtenido no es otro que una mejor distribución presupuestaria en relación a las actuaciones de conservación y reparación.

Volviendo a las distintas metodologías para realizar la valoración monetaria de los activos, indicamos un resumen de lo indicado por los ya citados Cowe Falls, Lynne et al. (2004), en el que además se indican las ventajas y los inconvenientes detectados en ellas.

Tabla 5 Métodos de valoración monetaria de activos físicos

Valor contable en balance	Valor actual basado en los costes históricos ajustados por la depreciación
Coste de reposición contable	Valor actual basado en el coste de reposición del activo depreciado por su condición frente al desempeño encomendado
Valor de reposición	Valor actual basado en el coste de reposición/reconstrucción del activo
Valor residual	a) Coste de reposición del activo menos el coste de llevarlo a como de nueva implantación b) Coste de los componentes
GASB 34	Valor actual basado en los costes históricos (reales o estimados)

Tabla 6 Términos asociados

Costes históricos	Coste inversión nueva o construcción “as built” original
Coste de reposición	Coste de reposición/reconstrucción del activo
Stock de capital	Activos físicos de los que se obtiene un flujo monetario
Inversión	Gasto de capital en nuevos activos o en mejora de los existentes
Depreciación	Valor monetario decreciente del activo a lo largo del tiempo, que puede ser lineal , curvo o discontinuo
Desempeño	Cambio de la condición o estatus de un activo a lo largo del tiempo, que puede ser estimada mediante proporcionalidad lineal, curva o discontinua

Tabla 7 Métodos de valoración monetaria de activos: características, ventajas e inconvenientes.

Método	Características	Ventajas	Desventajas
Valor contable	Comúnmente usado en la contabilidad financiera	Datos generalmente disponibles	No contabiliza los cambios en los precios
Coste de reposición contable	Comúnmente usado por las entidades públicas para activos enterrados (tuberías, túneles, etc)	Puede ser comunicado y comprendido fácilmente	Puede ser malinterpretado (Ej. Un activo nuevo podría valorarse igual que uno viejo deteriorado)
Valor de reposición	Comúnmente usado en la contabilidad. Utiliza precios actuales de mercado para reposición/reconstrucción	Refleja precios y tecnologías actuales. Requiere modelos de buen desempeño. Fácilmente comprensible para el staff técnico.	Los costes de reposición pueden resultar una conjetura (no reales)
Valor residual	Representa el valore de los materiales que constituyen el activo, desligados del desempeño	Usa generalmente datos disponibles	Dificultad para predecir futuros precios de construcción. Sujeto a las características del mercado, fundamentalmente oferta y demanda.

Análogamente, se han analizado los sistemas de infraestructuras civiles en Canadá, que presentan un alto grado de envejecimiento, de tal manera que el 59% de los sistemas de distribución necesitan reparaciones y el 43 % de dichos sistemas presentan un nivel de desempeño o funcionalidad inaceptable, proponiendo un índice de priorización (IP) a la hora de tomar las decisiones relativas al “cuanto”, “como” y “donde” invertir (Salman, Alaa 2011).

La complejidad de la toma de decisiones determinó que en el ámbito de las infraestructuras municipales canadienses, siendo evidente la situación de riesgo en que se encuentran debido al reto de la reparación vs renovación de las distintas redes afectadas (carreteras, agua y saneamiento), y a la ausencia de herramientas que simplifiquen la toma de decisiones, a los responsables de las citadas compañías se les propone el establecimiento de una metodología y un marco que facilite dicha toma de decisiones. De tal manera que el modelo propuesto consiste en tres modelos de análisis básicos: análisis del riesgo, evaluación del desempeño y un Sistema Integrado de Soporte a la Decisión que facilite la priorización de las actuaciones a realizar a fin de conseguir la minimización del riesgo, el máximo desempeño, al menor coste posible (Shahata, Khaled Farouk 2013).

Una cuestión que también está siendo analizada en la gestión de activos es la necesidad de establecer un marco común, en cuanto a la valorización de los activos dada la necesidad de que en muchos casos se precisa de una colaboración público privada, debiendo en esos casos las empresas disponer de metodologías capaces de ser utilizadas con un alto grado de fiabilidad en un sector altamente globalizado. En ese sentido (Grimsey, D et al (2004) realizaron una serie de test en diferentes países con diferentes contextos, concluyendo se constataba un exceso de costes en la gestión de activos cuando se ejecuta únicamente por el sector público, mientras que la intervención del sector privado, mediante los procesos de participación pública privada puede abaratar dichos costes de dicha gestión de activos.

Llegados a este punto, no podemos finalizar este apartado sin una mención expresa al vector que va a caracterizar las actuaciones de las administraciones públicas en los próximos años, el cual es el cambio climático.

Es por ello que ya empiezan a tenerse referencias relacionando la gestión de activos con las condiciones climáticas futuras, no solo en el sector del agua, donde la incidencia parece clara por afección del recurso tanto en cantidad como en calidad, sino que también se encuentran referencias en transportes, con afección a la seguridad debido a inclemencias climatológicas, energía, modificación de consumos y mayor exigencia a las redes, etc.

En particular, la importancia que en la gestión de activos físicos presentarán las modificaciones climáticas a futuro, ha sido objeto de análisis mediante modelización de las consecuencias que las previsiones que se indican en los escenarios generados por el IPPC, en concreto el AR4, tendrán en diferentes tipologías de carreteras. Todo ello para aportar una herramienta de soporte a la decisión a los gestores de este tipo de infraestructuras en Australia (Balston, Jacquelin 2017).

Dado que se ha constatado una correlación directa entre las cantidades destinadas a la reposición de tuberías en empresas del ciclo del agua y la huella de carbono que generan, el análisis realizado viene a postular la necesidad de establecer metodologías de gestión de activos planificadas, en empresas vinculadas al ciclo del agua en Australia, de tal manera que dichas metodologías previamente planificadas pueden contribuir a la descarbonización del sector (Beale, D.J 2013).

Hasta aquí hemos dado un repaso del estado del arte en lo que a gestión de activos se refiere, en relación a diferentes elementos clave que participan en conformar su implementación en base a la información disponible en cada caso, pero siguiendo metodologías en los procesos comunes a la línea de investigación de esta Tesis.

En este sentido destacar que la órbita de los países sajones, autores de la normativa internacional, es el origen de las metodologías para la gestión de activos (PAS 55, ISO

55000/01/02) y el lugar donde esta cuestión ha sido ampliamente debatida, no encontrando un análisis similar en el ámbito nacional español.

Es por ello que esta Tesis pretende, tras realizar un análisis del estado del arte, establecer la necesidad de evaluar la situación de estos activos físicos, en particular los ligados a la distribución en alta realizada por las Confederaciones Hidrográficas, a fin de mejorar tanto el propio diagnóstico de la situación actual, como conseguir mejoras en los niveles de eficiencia y eficacia, pretendiendo aportar una mayor sostenibilidad del sistema y como consecuencia de todo ello una minoración del riesgo.

2.1.4.- Estado actual de la gestión de activos en los organismos de cuenca.

Tal y como hemos venido indicando las primeras normas relativas al establecimiento de una metodología homogénea para la gestión de activos físicos es relativamente reciente, lo que unido a la crisis económica del periodo 2010-2014, ha contribuido a la no implantación de la gestión de activos en los organismos de cuenca.

La necesidad de evaluar el estado de las obras públicas a nivel nacional ha llevado recientemente a la publicación por la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (2018) de una publicación en la que se realiza la propuesta de una metodología para la valoración del estado de la obra pública. Para ello realiza una selección de indicadores utilizados por otros países y organismos internacionales de manera que se aplican tanto globalmente como sectorialmente, los sectores analizados han sido:

- Aeropuertos
- Carreteras
- Ciclo del agua
- Ferrocarriles
- Puertos
- Transporte público

Especial mención hemos de realizar de los índices cuantitativos propuestos para el ciclo del agua, que abarca una amplia caracterización/parametrización del sector en relación a su capacidad, estado, financiación, necesidades futuras, operación y mantenimiento seguridad pública, resiliencia e innovación.

Específicamente relativos a los organismos de cuenca no se ha constatado la existencia de ninguna propuesta concreta para la implementación de, al menos, de las denominadas Buenas Prácticas, que fueron el objetivo de la primera norma redactada (PAS 55).

Si se han documentado publicaciones e informes que mediante análisis económicos y presupuestarios ponen en valor tanto las aplicaciones presupuestarias pasadas, el

régimen económico financiero de aplicación y las rentabilidades económicas de los sectores asociados, fundamentalmente agrario. El análisis se realiza por organismos de cuenca lo que permite asimismo el análisis comparado entre ellos.

El ejemplo más claro de ello son las publicaciones del entonces Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (Maestu, Josefina et al. 2007).

Asimismo, y ya específicamente en la Dirección General del Agua, (Martin Morales, Juan 2011), se ha realizado un análisis de la recuperación de costes de las inversiones realizadas por dicha Dirección General, que se realiza a través de los mecanismos financieros que establece la legislación vigente, concluyendo entre otros aspectos:

- Disparidad en el porcentaje de recuperación entre los diversos organismos de cuenca.
- Respecto a la inversión realmente efectuada, el porcentaje de recuperación nunca es total, entre otras cuestiones por la fracción de la misma destinada a usuarios futuros.
- En los tres organismos de cuenca con análisis singularizado, los porcentajes de recuperación de las inversiones repercutibles son del 90, 65 y 60 %.
- Los esfuerzos inversores realizados en el periodo analizado han visto incrementadas las inversiones no repercutibles de carácter medioambiental en detrimento de las destinadas a mantenimiento, conservación y reposición de infraestructuras hidráulicas, con la consiguiente merma de retornos financieros.

2.2 La problemática tarifaria en los organismos de la administración hidráulica española.

2.2.1.- La recuperación de los costes vía tarifas y cánones.

La normativa hidráulica vigente establece claramente la naturaleza tributaria de las diferentes exacciones que se aplican en el uso del agua, y que se corresponde con el lema clásico de “el agua no tiene precio”, ya que la citadas exacciones se corresponden con los conceptos clásicos de amortización, gastos de explotación conservación y mantenimiento y finalmente gastos de administración, que se aplican a las infraestructuras necesarias que se han de construir para poder utilizar el recurso hídrico.

Aunque las citadas exacciones se confeccionan “a priori” siguiendo el esquema metodológico que se fija tanto en el Texto Refundido de la Ley de Aguas, de 2001 (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio), como en el Reglamento de Protección del Dominio Público Hidráulico que la desarrolla (Real Decreto 849/86, de 11 de abril), los

valores obtenidos en los distintos organismos de cuenca son muy diferentes debidos a las distintas especificidades que se dan en ellas.

Las metodologías que se contemplan en las citadas normas, y que se va a utilizar en el modelo planteado, se explicitan en el Anejo nº 1.

Además, el sistema garantista que supone el estado de derecho hace que no sean pocos los recursos presentados ante los propios organismos de cuenca por los usuarios, que continúan en la mayoría de los casos en la jurisdicción contenciosa administrativa, dándose no pocas sentencias favorables a los citados usuarios recurrentes.

No podemos afirmar categóricamente que la existencia de una serie de instrucciones basadas en metodologías comunes disminuya drásticamente dichos recursos, pero sí que aportarían una mayor robustez y equidad en la confección de los mismos.

Citar aquí que la instrucción genérica conocida para el cálculo de los cánones de regulación data de 1967, y no ha sido hasta la década de los años 2010, cuando se han ido produciendo numerosas “aclaraciones” metodológicas consecuencias de sentencias de las últimas instancias judiciales.

A modo de ejemplo, en las Tablas 8 y 9 se enumeran a continuación algunas cifras y resultados recopiladas por la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, en los trabajos correspondientes a la implantación de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), Maestu, Josefina et al (2007) de tal manera que reflejamos a continuación algunas conclusiones de dicho estudio:

- Es complejo el marco institucional en que se desenvuelven, la ejecución de las infraestructuras hidráulicas y su posterior explotación, conservación y mantenimiento.
- Análogamente las fuentes de financiación pueden ser tanto a nivel europeo, estatal, autonómico y local, lo que de alguna manera depende de la “eficacia” en la consecución de los mismos el poder acometer las citadas actuaciones.
- En cuanto a los costes de los servicios del agua y la metodología y normativa para la recuperación de los mismos, quedan reflejados en las Tablas 10 y 11.

Tabla 8 Marco Institucional de los servicios del agua. Fuente Ministerio de Medio Ambiente

Marco Institucional de los servicios del agua		
Servicio	Agentes (competentes o financiadores de infraestructuras)	Instrumentos de recuperación de costes
Embalse y transporte en alta (aguas superficiales)	Organismos de cuenca, sociedades estatales y otros agentes	Canon de Regulación Tarifa de utilización de agua
Aguas subterráneas	Organismos de cuenca, colectivos de riego y usuarios privados (autoservicios)	Las fijadas por los ayuntamientos Las fijadas por las comunidades de regantes (CCRR)
Abastecimiento urbano	Ayuntamientos, Mancomunidades, Comunidades Autónomas y otros	Tarifa de abastecimiento
Recogida de aguas residuales urbanas	Ayuntamientos, Mancomunidades, Comunidades Autónomas y otros	Tarifa de alcantarillado
Tratamiento de aguas residuales urbanas	Ayuntamientos, Mancomunidades, Comunidades Autónomas y otros	Canon de Saneamiento Tarifas del Servicio
Distribución de agua de riego	Comunidades de regantes y otros colectivos de riego	Derramas y tarifas/cuotas de los colectivos de riego (que incluyen el importe del pago de Canon y Tarifa a los organismos de cuenca)
Control de vertidos	Organismos de cuenca	Canon de Control de Vertidos

Tabla 9 Agentes públicos que financian infraestructuras para la prestación de servicios del agua. Fuente Ministerio de Medio Ambiente

Agentes públicos que financian infraestructuras para la prestación de servicios del agua		
Origen	Organismo/Departamento	Destino
Unión Europea)	Fondo de Cohesión FEDER	Proyectos de infraestructuras hidráulicas de las AA PP
Administración General del Estado	Ministerio de Medio Ambiente	Confederaciones Hidrográficas
	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	Comunidades Autónomas
	Ministerio de Administraciones Públicas	Administraciones Locales Comunidades de Regantes
Administración Autonómica	Consejerías de Medio Ambiente, Obras Públicas, Infraestructuras, Agricultura y Cooperación Local	Ayuntamientos Mancomunidades Comunidades de Regantes
Administración Local	Diputaciones Provinciales	Ayuntamientos Mancomunidades

Tabla 10 Coste anual de los servicios del agua en España (2002). Fuente Ministerio de Medio Ambiente

Coste anual de los servicios del agua en España (2002)						
Cuenca	Captación y Transporte superficiales	Extracción aguas subterráneas	Distribución		Saneamiento	Total
			Urbana	Riego		
Galicia Costa	11.074.951	n/d	81.349.801	n/d	67.567.454	159.992.206
Norte	1.743.512	5.867.722	232.267.126	n/d	185.086.640	424.965.000
CI País Vasco	n/d		110.197.916	n/d	n/d	110.197.916
Ebro	34.215.382	38.349.836	121.946.469	175.437.426	103.150.215	473.099.328
CI Cataluña	93.121.000	3.288.000	341.400.000	n/d	309.000.000	746.809.000
Duero	24.811.689	47.744.971	96.001.827	224.045.212	79.904.087	472.507.786
Tajo	31.178.696	21.759.912	467.627.744	42.807.139	-	563.373.491
Júcar	10.554.338	92.964.534	239.437.751	246.608.000	238.033.352	827.597.975
Guadiana	40.869.516	46.244.610	121.890.000	106.200.000	-	315.204.126
Guadalquivir	59.126.060	81.617.300	389.039.790	360.666.600	168.617.460	1.059.067.210
Segura	111.115.957	93.084.488	98.385.365	116.862.112	71.887.157	491.335.079
C M Andaluzas	20.100.000	69.014.143	89.320.862	12.452.839	84.719.629	275.679.473
I. Baleares	n/d	29.346.000	75.000.000	n/d	74.587.000	178.933.000
I. Canarias	n/d	n/d	199.216.065	n/d	32.674.972	231.891.037
Total	437.911.101	529.281.516	2.663.080.716	1.285.079.328	1.415.299.966	6.330.652.627

Tabla 11 Servicios del agua y mecanismos de recuperación de costes. Fuente Ministerio de Medio Ambiente

Servicios del agua y mecanismos de recuperación de costes					
Servicio	Agentes	Usuario/Contaminador	Costes financieros	Costes ambientales	Mecanismos de recuperación de costes
Embalses y transporte en alta (aguas superficiales)	Organismos de cuenca, sociedades estatales y otros	Doméstico Industrial Agrícola	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por la captación y el transporte de agua	Canon de Regulación Tarifa de utilización de agua
Extracción de aguas subterráneas	Ayuntamientos, Comunidades de Regantes o usuarios individuales	Doméstico Industrial Agrícola	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por la extracción de agua de los acuíferos	Fijados por los Ayuntamientos y Comunidades de Regantes
Abastecimiento urbano	Ayuntamientos o Comunidades Autónomas	Doméstico Industrial	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por el uso y la potabilización de agua	Tarifas del Servicio de Abastecimiento
Distribución de agua de riego	Comunidades de regantes o usuarios individuales	Agrícola	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por el uso del agua y la contaminación difusa	Derrama o parte proporcional de costes incurridos
Alcantarillado y depuración de aguas residuales en zonas urbanas	Ayuntamientos o Comunidades Autónomas	Doméstico Industrial	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por la contaminación del agua y los residuos	Tasas de Alcantarillado Canon de Saneamiento
Control de vertidos	Organismos de cuenca	Doméstico Industrial	Costes de inversión, mantenimiento y conservación	Daños ambientales provocados por los vertidos al a naturaleza	Canon de Control de Vertidos y otras figuras

En cuanto a los porcentajes de recuperación de los citados costes, resulta relevante la siguiente Tabla 12:

Tabla 12 Porcentaje de recuperación de costes de los servicios del agua en España (2002). Fuente Ministerio de Medio Ambiente

Porcentaje de recuperación de costes de los servicios del agua en España (2002)				
	Captación y transporte	Extracción	Usos Urbanos	Usos Riesgo
%Recuperación de costes	50% - 99%	99%	57% - 96%	85% - 98%

De todo lo anterior se establecen las siguientes conclusiones en sus aspectos más generalistas (Maestu, Josefina et al. 2007):

- *La DMA, ante los actuales problemas de sostenibilidad y pérdida de calidad ambiental, desarrolla una serie de principios y objetivos para la política de aguas en la Unión Europea. Para su cumplimiento se incorpora en los procesos de planificación hidrológica **los instrumentos propios del análisis económico como un instrumento para conseguir los objetivos propuestos** (protección al medio ambiente y desarrollo sostenible).*
- *Los análisis de recuperación de costes realizados hasta el momento en España permiten una primera aproximación sobre la repercusión de los costes en los distintos servicios del agua a los usos urbanos y de riego. **El nivel de recuperación de costes por la prestación del conjunto de los servicios del agua en España refleja las prácticas contables legalmente establecidas de acuerdo con la normativa vigente.** Estos análisis han derivado en una serie de recomendaciones de modificaciones legales que pueden ponerse en práctica para la implementación del principio de recuperación de costes y su relación con el actual proceso de planificación hidrológica.*
- *Se puede plantear la conveniencia social de modificar el régimen económico-financiero de los servicios del agua de modo que permita una recuperación adecuada de los costes incurridos en la prestación de los servicios, **con estructuras que incentiven el uso eficiente de los recursos, penalizando los sobreconsumos y asegurando que se consideran los costes ambientales en las decisiones de los distintos usuarios de servicios del agua.***
- *En el caso de las políticas de precios del agua de riego los efectos de los cambios en los precios se subordinan en gran medida a los precios actuales y al valor generado con el uso del agua, que a su vez determina la elasticidad de la demanda. Es posible la existencia de dos escenarios:*
 - *Modificación del comportamiento del regante, cambio en la técnica de riego y disminución de la cantidad de agua empleada por unidad de producción, y en consecuencia se producen ahorros de agua. En este caso no se ve afectada la renta y la producción.*
 - *En otros casos, donde el valor del agua empleada y el precio pagado tengan márgenes estrechos, la modificación de precios del agua puede alterar la estructura de producción y la renta agraria.*
- *Sin embargo, en tanto en cuanto la estructura tarifaria es actualmente independiente en muchos casos de los recursos utilizados, no pueden existir incentivos económicos al ahorro y la eficiencia en el uso del agua para*

*operaciones de riego. Por ello **hay que considerar la modificación de las tarifas y la medición de volúmenes utilizados para buscar soluciones**, aplicando medidas de precios en aquellas unidades y zonas donde sea necesaria una mayor eficiencia para lograr los objetivos ambientales.*

Vemos pues que a la vista de los estudios realizados y que se han visto perfeccionados en los Planes Hidrológicos de Cuenca aprobados en 2016, parece evidente que hay un recorrido importante de cara a realizar esa homogeneización, que no pretende sino avanzar en un principio de equidad entre los distintos usuarios ubicados en distintos territorios y que no disponen de la misma capacidad de acceso a los recursos hídricos. Lo cual además presenta una importancia máxima debido a las cantidades presupuestarias manejadas por las organizaciones gestoras de recursos hídricos.

Más aún cuando en determinados ámbitos, como en la cuenca del río Segura, la concepción legal hasta ahora determinada y aplicada en las diferentes tarifas de utilización, donde básicamente se pretende recuperar:

- Amortización de las obras
- Gastos de administración
- Gastos de funcionamiento

en los últimos años, esta concepción legal se está viendo alterada por la utilización de las aguas desaladas, que precisan de un tratamiento previo para adecuar su calidad a los usos destinados, en el que su coste se ve ampliamente incrementado respecto a otro tipo de recurso “convencional”.

Además, desde el punto de vista específico de los cánones de regulación y tarifas de utilización, encontramos que, por la formulación de amortización presentada para cada uno de los casos, se obtienen retornos teóricos de la inversión realizada diferentes.

2.2.2.- Metodología actual para el cálculo de cánones y tarifas.

En el Anejo nº1 se expone de manera sucinta la metodología que la actual normativa reguladora del régimen económico financiero indica que es de aplicación.

Principalmente de dicha metodología podemos concluir lo siguiente:

- Los cánones y tarifas se confeccionan en base a los costes en que se prevén incurrir en un año, pero que no responden a una programación plurianual, consecuencia de un Plan Estratégico de Gestión de Activos.
- El sistema actual no garantiza el retorno del 100 % de los costes de los servicios del agua en los organismos de cuenca titulares de la gestión de los activos

físicos, es decir, de la totalidad de las infraestructuras hidráulicas que componen un extenso patrimonio.

- En línea con lo anterior, no existen procedimientos sistemáticos de equilibrio financiero, en el ámbito concreto de la gestión de activos mediante transferencias de recursos financieros a los organismos de cuenca.
- No existen metodologías normalizadas, ni para el reparto de las exacciones resultantes entre los distintos usuarios concernidos, ni entre estos dadas los distintos beneficios (rentabilidades) que se obtienen.
- Por la propia concepción de las tarifas y de los cánones de utilización, en muchos casos no se aplican tarifas binomias, sino que se obtienen cifras relativas a consumos “legales”, en €/m³, pero que no se corresponden con el uso real que del recurso hídrico se realiza por los distintos usuarios.

Por todo ello, se constatan los dos aspectos que caracterizan el actual sistema económico financiero en relación a las exacciones en la utilización del recurso hídrico con la aplicación de la normativa vigente, básicamente:

- Déficits de tarifa
- Descapitalización patrimonial.

Capítulo 3. PROPUESTA METODOLÓGICA.

3.1.- Planteamiento general.

La propuesta metodológica que se define en la presente Tesis parte del análisis de la información disponible en los organismos de cuenca y del estudio de las metodologías utilizadas y referenciadas por numerosas compañías titulares de la gestión de recursos hídricos, bien en redes primarias o bien en redes secundarias. En la amplia literatura examinada, se encuentran diversas y muy diferentes aproximaciones a la citada implantación de la metodología de la gestión de activos, basada evidentemente y como no podía ser de otra manera en la casuística particular de las distintas condiciones de contorno que se disponen en el problema que se pretende resolver, en las distintas organizaciones.

En primer lugar, la propuesta se centra en la cuestión general de evaluar el grado de madurez del organismo de cuenca en el ámbito de la aplicación de prácticas de gestión de activos. El análisis bibliográfico realizado ha proporcionado la definición del concepto de madurez relativo a una determinada organización entendida aquella, en lo que a gestión de activos se refiere, como el grado alcanzado de implantación de las metodologías expuestas en las normas internacionales (PAS 55, ISO 55000/1/2). Esta calificación inicial permite contextualizar el diseño y aplicación del modelo de gestión que se propone.

El modelo de gestión debería posibilitar en último término la definición de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) desde el punto de vista de definición y optimización de los presupuestos de conservación y mantenimiento e inversiones de reposición a realizar, en base a una serie de indicadores objetivos.

Como su nombre indica, estratégico, este Plan debe considerar las inversiones de actuaciones nuevas y de reposición, sus repercusiones directas en la gestión de activos en su doble vertiente: localización de fondos es decir financiación, así como el impacto adicional que las consiguientes tarifas supondrían en los usuarios y su capacidad financiera.

La principal dificultad que se diagnostica en la gestión de los organismos de cuenca, desde el punto de vista de las metodologías de gestión de activos, es la falta de normalización y homogeneización de indicadores que permitan realizar un diagnóstico objetivo. Este diagnóstico debe realizarse tanto desde el punto de vista del desempeño realizado, del riesgo detectado y de la descapitalización monetaria de los mismos, elementos que se consideran claves tanto desde el punto de vista de determinar el esfuerzo financiero a realizar, como de la distribución de los mismos entre las distintas organizaciones.

Lo anterior se enmarca, como no puede ser de otra manera, en el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) en relación a la adecuada recuperación de

costes que preconiza en su Artículo 9. Recuperación de los Costes de los servicios relacionados con el agua.

Conviene recordar que el citado Artículo 9, indicaba como fecha límite para este análisis económico el año 2010, y que, si bien los citados análisis se han realizado en base a una visión legal de los organismos de cuenca, creemos como muy interesante una reevaluación de los citados estudios en base a la metodología que se preconiza en los estándares internacionales de gestión de activos físicos.

Para ello, es necesario realizar una evaluación de la situación actual consistente en:

- Realizar una valoración monetaria patrimonial inicial de los activos.
- Calificar mediante indicadores adecuados las actuaciones de conservación, mantenimiento y reposición acometidas en el pasado.
- Conocer el nivel riesgo actual asociado a los activos/subsistemas y sistemas.

A partir de esta información se pueden realizar diferentes propuestas de esfuerzos de inversión sobre los activos, con el objetivo de minimizar tanto el riesgo en el desempeño como la descapitalización de los mismos. Para cada escenario u opción de inversión es preciso:

- Realizar una estimación de la evolución de la valoración monetaria patrimonial futura de los activos.
- Calificar mediante indicadores adecuados la eficiencia y sostenibilidad de los esfuerzos de inversión planteados en conservación, mantenimiento y reposición.
- Conocer el nivel de riesgo futuro asociado a los activos/subsistemas y sistemas en función de las posibles actuaciones planteadas.
- Evaluar la potencial repercusión sobre tarifas y cánones asociada a cada intensidad inversora.

Con esta información, se debe realizar la toma de decisiones sobre la planificación de actuaciones de inversiones de reposición si como las actuaciones de conservación y mantenimiento ordinario. En la situación actual, la Tesis no trata de especificar detalladamente qué parte del activo físico es objeto de la actuación concreta de mantenimiento y conservación, debido a la ausencia de un inventario detallado y un histórico de averías. Se trata de determinar los esfuerzos inversores anuales necesarios y donde se han de aplicar para mantener la capitalización de los activos y la minimización del riesgo.

Una vez definidos los parámetros, indicadores de gestión, monetarios y de riesgo, e indicadores objetivo que integran el modelo conceptual hay que proceder a la traslación de los mismos, a un Plan Estratégico de Gestión de Activos, mediante la programación de una serie de actuaciones plurianuales (6+6 años, acoplados al ciclo de planificación en España) con la prognosis de la situación final de periodo y recálculo de los indicadores, como dato de partida para el siguiente ciclo.

El modelo de gestión que se propone se configuraría, fundamentalmente a nivel conceptual, mediante la integración de:

- Datos existentes
 - Inventario de activos.
 - Información Presupuestaria.
 - Información del desempeño y el riesgo.
- Indicadores definidos
 - Indicadores económicos.
 - Indicadores de riesgo.
- Inversiones requeridas para el Plan Estratégico de Gestión de Activos, como consecuencia de los indicadores utilizados.
- Cuantificación del impacto tarifario de la propuesta de mantenimiento en los distintos usuarios y comparativa con la situación actual.

El paso siguiente sería la redacción de una propuesta de un Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), mediante el análisis de la mejora que se conseguiría en los indicadores definidos hasta alcanzar los indicadores objetivos o al menos mejorar los existentes, determinando los flujos presupuestarios precisos para ello a lo largo de la vigencia del plan.

La citada metodología sucintamente planteada, da lugar a un modelo soporte a la decisión que básicamente se desagrega en cuatro submodelos, que se indican a continuación y que se aplicarían a lo largo de la vida útil del activo, de acuerdo con el diagrama de flujo recogido en la Figura 12:

- Submodelo A. Inventario, actuaciones y valoración de los activos físicos.
- Submodelo B. Cálculo de indicadores económicos de sostenibilidad.
- Submodelo C. Evaluación del nivel de riesgo.
- Submodelo D. Propuesta de plan de actuación, evaluación del impacto sobre tarifas y determinación del Plan Estratégico de Gestión de Activos (submodelo D)

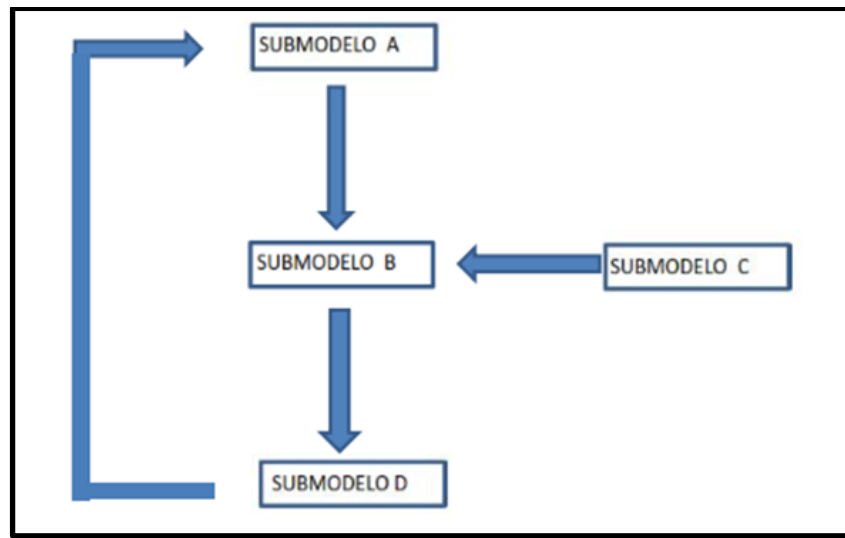


Figura 12 Diagrama de flujo de submodelos

La primera parte del modelo, denominada Submodelo A, ha consistido en la formulación de unas bases de datos con una estructura adecuada al fin perseguido, y que únicamente contemplan los históricos presupuestarios ya que son los únicos disponibles. Con ellas se ha realizado la valoración monetaria a fecha de 2015, y la consecuente depreciación a lo largo del tiempo y la pérdida de vida útil, función del tiempo transcurrido desde su puesta en servicio.

La segunda parte del modelo, denominada Submodelo B, trata sobre la evaluación de la eficiencia y sostenibilidad asociada a los esfuerzos de inversión planteados en conservación, mantenimiento y reposición, mediante el uso de indicadores económicos de eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional.

La tercera parte del modelo, denominada Submodelo C, trata sobre la evaluación del nivel de riesgo del activo. En nuestro caso y dada la falta de históricos de averías que proporcionasen información adecuada y suficiente para un análisis estadístico, se propone una evaluación del mismo que partiendo del “juicio de experto” realizado mediante encuesta por los técnicos responsables de la explotación de las infraestructuras hidráulicas, se cuantifica numéricamente mediante la metodología expuesta en Johansen N.B et al. (2007), de tal manera que proporciona una posición relativa que creemos podría contribuir a reflejar la realidad, entre los distintos activos y consecuentemente los subsistemas y sistemas.

En la cuarta parte del modelo, denominada Submodelo D, partiendo de los resultados obtenidos en los otros submodelos, se está en condiciones de proceder a la elaboración de propuestas relativas a Planes de Gestión de Activos Físicos, con carácter plurianual (6+6), de tal manera que es posible evaluar la repercusión presupuestaria sobre los usuarios directamente concernidos (abastecimiento, regadío, hidroeléctricos, etc.), y fijar las cantidades adicionales que es preciso disponer, bien

mediante autofinanciación, bien mediante transferencias necesarias a realizar por la Dirección General del Agua.

La aplicación de los distintos submodelos tiene como objetivo permitir la conformación de un modelo básico de ayuda a la toma de decisiones, en base a la disposición efectiva de la información y a la incorporación de la experiencia acumulada por los equipos técnicos, plasmado en diversas encuestas relacionadas con la evaluación del riesgo.

El Plan Estratégico de Gestión de Activos, pretendería reducir dicha vulnerabilidad a futuro a unos límites mejores que los actuales, modulando los esfuerzos presupuestarios precisos para ello.

3.2.- Determinación del grado de madurez.

Una primera cuestión que procede abordar, en relación con la implementación de las metodologías de Gestión de Activos, es la determinación del grado de madurez.

De manera general, en la bibliografía analizada, dicho grado de madurez se determina mediante la valorización en una escala de una serie de variables que en su conjunto proporcionan una visión global en lo que a Gestión de Activos se refiere, tal y como refleja el Institute of Asset Management (2015). Asset Management Maturity. Scale and Guidance.

El modelo de grado de madurez que se propone aplicar viene definido en una escala de 0 a 5, de menor a mayor grado de madurez alcanzado en la implantación de dichos estándares, y que se corresponden con el análisis de una serie de 39 conceptos que pasamos a indicar a más adelante.

Básicamente en nuestro caso se ha propuesto el empleo de una escala de seis niveles en cuanto al grado de implantación alcanzado, madurez, y que se resumen en la Tabla 13.

Y las variables sobre las que se aplica la citada valoración, se corresponden con las 39 que reflejan a continuación, agrupadas en 6 Grupos.

Grupo 1. Estrategia y Planificación

- 1.- Política Gestión Activos
- 2.- Objetivos y estrategias de gestión de activos
- 3.- Análisis de demandas
- 4.- Planificación estratégica
- 5.- Planificación gestión de activos

Grupo 2. Toma de decisiones - Gestión de activos.

- 6.- Toma decisiones inversiones de capital
- 7.- Toma decisiones explotación y mantenimiento
- 8.- Vida útil
- 9.- Estrategias resourcing
- 10.- Estrategias shutdown

Grupo 3.- Vida útil.

- 11.- Legislación y estándares técnicos
- 12.- Adquisición activos
- 13.- Sistemas de gestión
- 14.- Configuración de la gestión
- 15.- Operaciones mantenimiento programadas
- 16.- Resiliencia
- 17.- Operación de activos
- 18.- Gestión de recursos
- 19.- Gestión de shutdown
- 20.- Respuesta ante fallos
- 21.- Descatalogación activos

Grupo 4.- Información de activos.

- 22.- Estrategias de información de activos
- 23.- Estándares de información de activos
- 24.- Sistemas de información de activos
- 25.- Gestión de la información y las bases de datos

Grupo 5.- Organización y Recursos Humanos.

- 26.- Gestión de suministros
- 27.- Gestión de activos-Liderazgo
- 28.- Estructura organizacional
- 29.- Cultura organizacional
- 30.- Gestión de la competencia

Grupo 6.- Análisis de Riesgo

- 31.- Gestión y evaluación del riesgo
- 32.- Planificación de contingencias y análisis de resiliencia
- 33.- Desarrollo sostenible
- 34.- Gestión del cambio
- 35.- Monitorización del desempeño de activos
- 36.- Monitorización del sistema de gestión de activos
- 37.- Auditoría de la gestión
- 38.- Valorización y costes de los activos
- 39.- Compromiso con los socios/usuarios

Esta cuestión también ha sido necesario parametrizarla en base a una encuesta entre el personal técnico del organismo de cuenca, aunque en este caso, la subjetividad de la

valoración realizada es mucho menor que la realizada para evaluar el riesgo, ya que como hemos visto la parametrización de la madurez, entendida como el grado de implantación, está perfectamente definida. La puntuación otorgada se corresponde con la opinión mayoritaria constatada.

Tabla 13 Escala del grado de implantación alcanzado

Escala	Descripción	Definición	Características
0	Inexistente	La organización no reconoce la necesidad de implantar dichas normas y no hay evidencia alguna de intención de hacerlo en el futuro	
1	Inicio	La organización reconoce la necesidad de implantar dichas normas y hay alguna evidencia de estar en progreso la implantación	Las propuestas están en fase de desarrollo y algunos requerimientos de los estándares internacionales se están implantando.
2	Desarrollo	La organización ha identificado la necesidad de alcanzar los requerimientos establecidos en los estándares internacionales y puede demostrar que dedica recursos para su consecución.	Es una fase transitoria. Los procesos están planificados, documentados y se aplican y controlan a nivel local o a nivel departamental. Dichos procesos aún no están plenamente integrados en la organización, con falta de consistencia y de coordinación en el seno de la organización.
3	Competencia	La organización puede probar que ha alcanzado de manera sistemática y consistente los requerimientos exigidos en los estándares internacionales (ISO 55001)	Se cuenta con un Sistema de Gestión de Activos implantado en la organización, el desempeño de los activos es objeto de cuantificación revisión y continuamente se mejora en función de los objetivos fijados en el citado Sistema.
4	Optimización	La organización puede probar que realiza de manera sistemática y consistente la gestión de activos, en línea con los objetivos estratégicos de la organización y en el contexto operacional en el que se desenvuelve.	Es la segunda fase de transición. Incluye la monitorización y cuantificación del desempeño; implica la consecución de objetivos a veces contrapuestos en un marco ágil de toma de decisiones. La innovación y la mejora continua de los procesos es “un estilo de vida” de la organización. El sistema de gestión de activos es altamente efectivo y está totalmente integrado en la organización.
5	Excelencia	La organización puede demostrar que utiliza prácticas de liderazgo, alcanzando el máximo valor que sus activos pueden proporcionar en el desempeño encomendado, en línea con los objetivos de la organización y el contexto operacional.	Es la situación más dinámica y altamente sensible a los cambios del contexto operacional, con indicadores de alerta y con acciones pre-programadas en consonancia con las mismas, tanto desde el punto de vista de las prácticas como de los resultados obtenidos en la Gestión de Activos. Implica no conocer mejoras organizativas que aún no se haya implementado.

3.3.- Inventario, actuaciones y valoración de activos físicos (Submodelo A).

3.3.1.- Descripción

El modelo conceptual se inicia con la recolección de la información disponible desde el punto de vista organizativo financiero y de los propios activos físicos (infraestructuras hidráulicas) constitutivos del primer escalón del modelo. De tal manera que se configura como el inventario del “portfolio” de infraestructuras gestionadas por la organización.

Dicho inventario conllevará una adecuada codificación que permita en el futuro realizar agregaciones y desagregaciones conceptuales (por ejemplo, tipología de activo, activos constitutivos de un subsistema, los constitutivos de un sistema por agregación de subsistemas, etc.) y asimismo permitan determinar/agregar/desagregar las variables asociadas a cada uno de ellos (por ejemplo, valor patrimonial, inversión realizada en un/unos años, vida útil, etc.)

El inventario y valoración de los activos físicos se aborda mediante un modelo específico (submodelo A), que se recoge en la Figura 13.

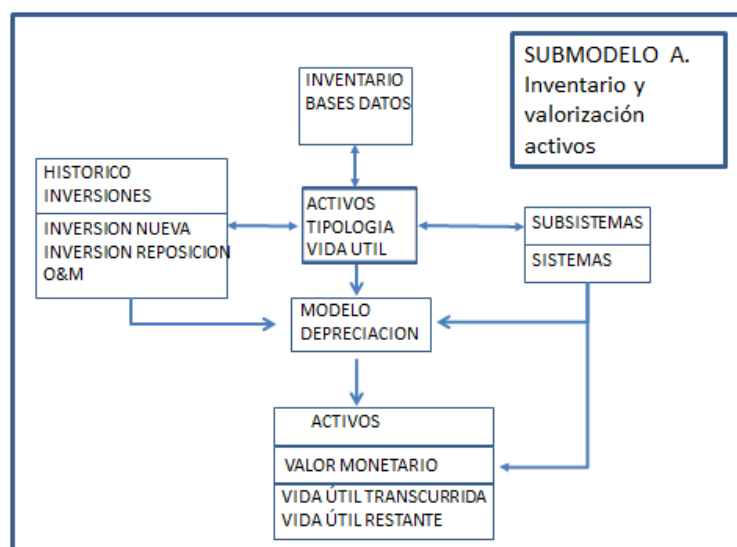


Figura 13 Esquema Submodelo A

El modelo parte de la información disponible contenida de acuerdo con el inventario y las bases de datos existentes sobre los activos. No obstante, puesto que la información disponible no presenta la estructura adecuada para su empleo eficiente, se propone la definición de una base de datos con una nueva estructura para realizar el inventario de activos. Esta nueva estructura permite la desagregación jerárquica de los activos en sistemas, subsistemas, activos y elementos componentes de cada activo.

Los activos son entendidos como los elementos básicos sobre los que se desarrolla el modelo conceptual y sus agregaciones sucesivas en subsistemas/sistemas. Esto viene condicionado por el histórico de información histórica presupuestaria disponible, así como por la estructura del régimen económico financiero legalmente vigente y que resulta de aplicación.

La propuesta de inventario y jerarquización de los activos parte de las siguientes definiciones:

Activo: Unidad integrada de funcionamiento operativo, que a su vez queda desagregada en elementos de diferentes tipologías de tal manera que es en estos donde se establecen las distintas vidas útiles.

Elemento/tipología: Parte operacional del activo en que éste se desagrega en función de su naturaleza y su vida útil, y del que se debe disponer información histórica presupuestaria. Asimismo, se le puede poder asociar una valoración de su criticidad en cuanto al riesgo.

Subsistema de explotación: Es el conjunto de activos que definen una entidad diferenciada en la explotación, y que asimismo tiene asociada una tasa tributaria en aplicación del régimen económico financiero de aplicación según la legislación vigente, lo que permitirá un análisis individualizado de cara a la aplicación del modelo conceptual definido.

Sistema de explotación: Es el resultante de la agregación de diferentes subsistemas de explotación que finalmente se reflejan en el sistema único de explotación al que hace referencia la instrucción de Planificación Hidrológica.

Organismo/Agencia/Entidad: Se corresponde con el organismo entendido como figura jurídica responsable de la gestión de la totalidad de las infraestructuras hidráulicas, y en el que se integran, como unidad de gestión, los elementos anteriormente definidos.

También se dispone de la información previa sobre el histórico de inversiones en obra nueva, reposición y mantenimiento, de tal manera que se puede realizar un seguimiento de las mismas en los organismos de cuenca en cuanto al esfuerzo presupuestario realizado en cada momento.

Esta información debe volcarse sobre la nueva estructura propuesta para el inventario. Sin embargo, las tipologías en que los mismos se desagregan y las vidas útiles asociadas a los mismos poseen un cierto grado de incertidumbre, puesto que actuaciones inicialmente imputadas a una tipología se observa que lleva o puede llevar incorporadas actuaciones sobre otras tipologías. Por ello sería necesario adaptar la estructura de la información presupuestaria la nueva estructura que se propone para el

inventario. De este modo es posible abordar la valorización monetaria a lo largo del tiempo, mediante la definición de los repositorios codificados de información de cara a su implantación en el futuro. Todo esto permitiría un seguimiento a lo largo del tiempo tanto de la valoración económico-patrimonial de los activos, como de la aplicación de los indicadores que se proponen.

La aplicación tanto de un modelo de depreciación monetaria como la incorporación de las inversiones nuevas, de reposición y las operaciones estrictas de mantenimiento y conservación, permiten determinar tanto el valor monetario que a lo largo del tiempo que dicho activo adquiere, así como los incrementos que determinadas actuaciones suponen en el incremento de su vida útil. Consecuentemente dicha valoración se puede determinar en los subsistemas y sistemas definidos por agregación de aquellos. Información que se precisa para la aplicación de los indicadores utilizados en la presente Tesis.

3.3.2.- Propuesta de estructura para el inventario de activos

Partiendo de unos activos físicos individualizados, pasamos a su agregación (de abajo arriba) en subsistemas básicamente definidos por aplicación de exacciones concretas a los mismos. Esto permitirá el análisis de los flujos monetarios (ingresos/gastos) que actúan sobre el mismo, y finalmente la agregación de los mismos en un nivel superior denominado sistema, que teóricamente agrupa la totalidad de infraestructuras hidráulicas gestionadas por la organización analizada.



Figura 14 Propuesta de jerarquización y agregación de activos

A su vez, los activos físicos existentes en los organismos de cuenca pueden llegar a sufrir un nivel de desagregación en elementos exhaustivo (de arriba abajo). En esta investigación se aborda una desagregación mínima, que en el futuro podría ampliarse de cara a un más detallado conocimiento de la situación de dichos activos. Básicamente la desagregación que se propone es:

- Infraestructuras no lineales
 - Presas de regulación y/o de laminación
 - Estaciones elevadoras de agua
 - Centrales hidroeléctricas
 - Edificaciones
 - Sistemas Automáticos de Información Hidrológica

- Infraestructuras lineales
 - Conducciones
 - Canales principales
 - Tuberías
 - Túneles
 - Caminos
 - Líneas eléctricas.

Para cada uno de ellos se establece una desagregación tipológica en diferentes elementos acorde con las distintas vidas útiles de los mismos, así como de los valores residuales que presentan, necesarios para realizar la valorización monetaria patrimonial desde su implantación hasta el final de la citada vida útil.

Dicha desagregación es la siguiente, ilustrada en la Figura 15:

- Obra civil
- Elementos electromecánicos
- Elementos eléctricos
- Instrumentación/auscultación
- Edificación
- Caminos



Figura 15 Elementos que componen los activos.

3.3.3.- Propuesta de estructura para la base de datos

Esta parte es relevante dada la necesidad de articular un nexo entre los datos recolectados de inversiones y el propio inventario existente en los organismos de cuenca, agravado por la ausencia de un registro de averías/actuaciones de conservación/repación que se consideraría necesario confeccionar, a fin de poder acometer la redacción del Plan Estratégico de Gestión de Activos.

La bibliografía relativa a la gestión de activos pone en evidencia la necesidad de que las bases de datos gestionadas en los modelos de aplicación de una gestión integrada de activos deben satisfacer, al menos, las siguientes especificaciones:

- Una buena identificación de los activos y los datos precisos a ellos asociados y su georreferenciación.
- Inventario con una descripción física del activo, de su construcción e históricos asociados (inversiones, operaciones de conservación y mantenimiento, averías, vida útil, etc.)
- Monitorización del estado de los activos, mediante evaluación del desempeño y de los riesgos asociados.
- Actualización permanente de la información relevante asociada a las bases de datos.
- Cálculo de indicadores de sostenibilidad del desempeño, financieros, del riesgo, etc.
- Retorno al sistema de gestión de activos implantado, de las consecuencias que las acciones emprendidas en los Planes de gestión de activos finalmente implementados suponen en las infraestructuras.

Por tanto, es necesario configurar una base de datos en la que, partiendo de un inventario con el nivel de detalle adecuado, se debe poder recopilar la información de las infraestructuras hidráulicas de los organismos de cuenca, a un nivel de desagregación suficiente para el fin que nos ocupa. Dicha desagregación será consecuente con la disponible que a nivel presupuestario se haya podido ir generando, distinguiendo entre inversión nueva, inversión de reposición y estrictas operaciones de mantenimiento y conservación, y todo ello además particularizado para las distintas tipologías establecidas para los distintos activos.

Además, la citada base de datos debe ser capaz de incorporarse al GIS corporativo de la organización, de tal manera que se tenga la georreferenciación de las actuaciones que se van desarrollando a lo largo del tiempo y la información alfanumérica a ellas asociadas.

Las bases de datos estarán integradas por información que tendrán su inicio en las fechas de puesta en servicio de las infraestructuras, y que a efectos de fechas finales se cerrarían en el año 2015, por lo que la monetarización de la información presupuestaria se referencia al año 2015.

El esquema conceptual de la base de datos se estructura a partir de los siguientes elementos:

- A.- Establecimiento de una codificación para los activos y sus elementos
- B.- Establecimiento de una base de datos presupuestaria
- C.- Establecimiento de fichas de valoración patrimonial para los activos

A.- Establecimiento de una codificación para los activos y sus elementos

Partiendo de las definiciones anteriores y teniendo en cuenta la información disponible en las bases de datos existentes, en la figura X se recoge la propuesta de codificación de cada elemento componente de un activo mediante nueve campos.

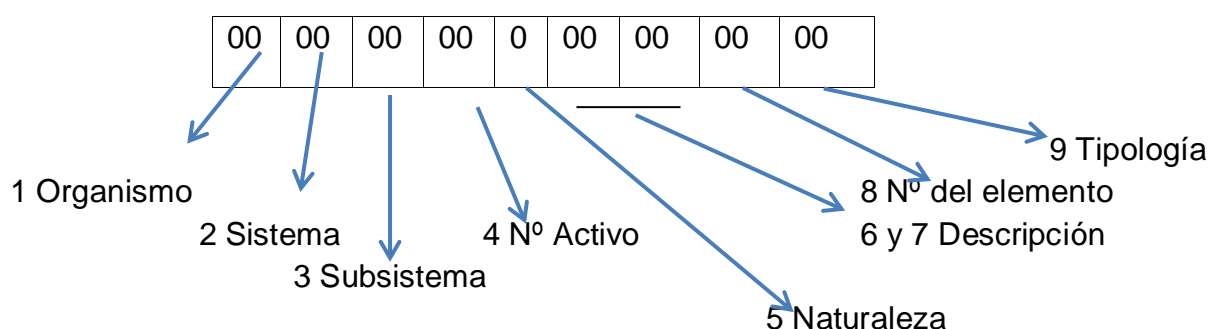


Figura 16 Codificación propuesta para los activos

En dicha codificación se consideran los siguientes campos:

Campo 1 Organismo (00): se trata de identificar numéricamente el organismo del que se trata dentro de una organización superior (doble dígito).

Campo 2 Sistemas de explotación (00): se corresponde con la identificación numérica de cada uno de los existentes en el citado organismo (doble dígito).

Campo 3 Subsistemas de explotación (00): En función de los que se desagrega el sistema de explotación (doble dígito).

Campo 4 Número de identificación del activo dentro del subsistema de explotación (00): En función del número de activos que componen el subsistema (doble dígito).

Campo 5 Naturaleza del activo (0): en principio y en función de su naturaleza se establece como puntual (P) o Lineal (L)

Campo 6 Tipo de activo (00): en función de que se trate de infraestructuras puntuales (no lineales):

- 01. Presas
- 02. Estaciones elevadoras
- 03. Centrales eléctricas
- 04. Edificaciones
- 05. Sistema Información medida y control

O que se trate de infraestructuras lineales.

- 01. Conducciones hidráulicas
- 02. Caminos
- 03. Líneas eléctricas

Campo 7 Sub-grupo de activo (00): en función del uso, capacidad, tamaño del activo, de acuerdo con las siguientes categorías.

Para activos del tipo infraestructuras puntuales (no lineales)

- 01. Presas
 - R: regulación
 - L: laminación
 - RL: uso conjunto laminación regulación
- 02. Estaciones elevadoras
 - P1: potencia > 500 kVA
 - P2: potencia entre 150 y 500 kVA
 - P3: potencia <150 kVA
- 03. Centrales eléctricas
 - P1: potencia >10.000 kW
 - P2: potencia entre 1000 y 10.000 kW
 - P3: potencia <1.000 kW

04. Edificaciones

G: grande

M: mediana

P: pequeña

05. Sistema Información medida y control

Para activos del tipo infraestructuras lineales.

01. Conducciones hidráulica

CP: canales principales

TP: tuberías a presión

TU: túneles

AC: acueductos)

02. Caminos

P: principal

S: secundarios

03. Líneas eléctricas

L1: longitud >5 km

L2 longitud entre 2 y 5 km

L3 longitud < 2 km

Campos 8 Nº del elemento (00): identificación del elemento como componente de un activo.

Campos 9 Tipología del elemento (00): identificación del tipo de elemento de que se trata. Cada activo se desagrega en función de su tipología de los elementos que la componen y de los que como se ha comentado se dispone de información presupuestaria con el suficiente grado de desagregación

OC: Obra civil

EE: Elementos electromecánicos

IN: Instrumentación / Comunicaciones

EL: Electricidad

ED: Edificación

CA: Caminos

Así pues, y a modo de ejemplo, el código siguiente:

07	01	05	01	P	01	RL	01	OC
----	----	----	----	---	----	----	----	----

se correspondería con la identificación en la base de datos de un elemento del organismo 7 (07), integrado en el sistema de explotación 1 (01), perteneciente al subsistema de explotación 5 (05), que forma parte de un activo cuyo nº de identificación dentro del subsistema es 01 (01), siendo este activo una infraestructura puntual (P), de tipo presa (01), subgrupo de presas de regulación-laminación (RL), tratándose del elemento con nº de identificación dentro del activo 01 (01), del tipo obra civil (OC).

Se es consciente de la ingente cantidad de información asociada a los activos gestionados por los organismos de cuenca, por lo que resulta fundamental priorizar/determinar la información que debe ser constitutiva de las bases de datos que se precisan en el modelo que se propone.

Por lo expuesto hasta ahora dos son los conceptos que definirán los umbrales que determinarán la estructura de los activos y de su desagregación:

- Información presupuestaria disponible.
- Evaluación del riesgo, susceptible de acometer vía encuesta a los técnicos responsables, función de la probabilidad de fallo y las consecuencias del mismo en el desempeño encomendado y su afección medioambiental, económica, etc.

Y ello es así porque evidentemente tanto la obra civil, como los elementos electromecánicos, eléctricos, etc. constitutivos de un activo puede ser objeto de desagregación importante. Pensemos en unos órganos de desagüe de una presa o de un centro de transformación, evidentemente se podría desagregar hasta elementos básicos como ejes de válvulas, bridas, tornillería, etc. o en un cuadro eléctrico en el que encontramos interruptores diferenciales, magneto-térmicos, etc. No es este nivel de detalle el objeto de la presente Tesis, que se enmarca en un plano superior a nivel macro y no micro de la gestión de activos. De esta manera queremos poder identificar al menos las inversiones y cantidades destinadas a ese elemento (órgano de desagüe), y poder evaluar el riesgo asignado al mismo por los criterios ciertamente subjetivos, pero no por ello menos válidos, determinados por los técnicos responsables de los mismos.

B.- Establecimiento de una base de datos presupuestaria.

Se propone la elaboración de una base de datos que integre la información presupuestaria relativa a actuaciones sobre los activos. Estas actuaciones pueden ser de distinta naturaleza:

- a) **Inversiones en Nuevas Infraestructuras.** Entendiendo por tales aquellas que incrementan el valor patrimonial del activo/subsistema/sistema, pero NO computa monetariamente como actuación de conservación y mantenimiento.
- b) **Inversiones de Reposición.** Incrementan el valor patrimonial del activo/subsistema/sistema y computan como actuación de conservación y

mantenimiento. Se trata de la actuación más relevante monetariamente desde el punto de vista de conservación y mantenimiento ya que consiste en la reposición total o parcial del activo.

c) **Operaciones de Mantenimiento y Conservación (O&M).** No incrementa el valor patrimonial del activo/subsistema/sistema, pero computan como actuación específica de operación y mantenimiento

d) **Otras actuaciones.** El resto de actuaciones que no se encuentran incluidas en alguna de las anteriores no son objeto de incorporación a la base de datos, no obstante y para un posible análisis posterior podrían quedar englobadas bajo un epígrafe de Varios (que no aplican en los indicadores).

Esta parte de la base de datos se organiza en 14 campos. Cada línea de la base de datos hace referencia a una actuación o intervención individualizada.

BASE DE DATOS - ACTIVOS CHS													
FRD	Año	Nº Obra	Nº Activo	Activo	Subsistema	Sistema	Tipología	Clave/Acción	Título	Estado	Total Certificado	IPC	Total Certificado 2015

Figura 17 Codificación propuesta para la base de datos presupuestaria

Campo 1 FRD: (dd/mm/aaaa) Fecha de recepción definitiva de la actuación o intervención sobre el activo en cuestión. Daría inicio a su vida útil.

Campo 2 Año: (aaaa) Año de recepción definitiva de la actuación o intervención sobre un activo determinado. Se corresponde con el año del parámetro anterior. Daría inicio a su vida útil.

Campo 3 Nº Obra: Número interno del organismo de cuenca, a efecto de identificación presupuestaria de la actuación o intervención. Es una codificación propia del organismo en cuestión de cara a su identificación.

Campo 4 Nº Activo: Número entero que hace referencia al activo que recibe la actuación o inversión monetaria, y que debe de corresponderse con la numeración de uno de los activos de la “Lista de activos” que se haya determinado en la organización. La asignación de este valor se hace en relación con el Campo 10 “Título”, donde se indica el nombre del activo.

Campo 5 Activo: (texto) Nombre del activo al que hace referencia el Campo 4 Nº Activo. Los posibles valores son los registrados en la Lista de Activos

confeccionada para el organismo de cuenca y es rellenado automáticamente en función de la numeración de activo.

Campo 6 Subsistema: (texto) Nombre del subsistema al que pertenece el activo enumerado.

Campo 7 Sistema: (texto) Se trataría del sistema de explotación donde se integra el activo.

Campo 8 Tipología: (texto) Este campo hace referencia a la parte del activo sobre la que se efectúa la inversión o actuación. Hay 6 posibles registros para este campo: obra civil, equipos electromecánicos, instrumentación, electricidad, edificación y caminos.

Campo 9 Clave/Acción: Es un código alfanumérico manejado a nivel interno por el organismo de cuenca que identifica la actuación ejecutada en la base de datos existente. Un ejemplo de codificación de Clave/Acción es 07.278.003 / 2111.

Campo 10 Título: Indica el nombre de la actuación o intervención presupuestaria.

Campo 11 Estado: Indica en qué situación se encuentra la actuación o intervención, por ejemplo, si está en ejecución, pendiente de recepción o totalmente finalizada.

Campo 12 Total certificado: Indica el importe total de la actuación o intervención, tal como figura en las bases de datos disponibles.

Campo 13 IPC: Valor del Índice de Precios al Consumo, que se utilizará para actualizar el valor monetario de la intervención a un año fijo.

Campo 14 Total certificado 2015: Actualización del importe de la inversión ejecutada a euros del año de referencia, que se ha establecido en 2015.

C.- Establecimiento de fichas de valoración patrimonial para los activos.

A partir del inventario realizado y de la información estructurada sobre actuaciones o intervenciones se realiza la valoración patrimonial de los activos, de acuerdo con la estructura de 12 campos de la Figura 18. Cada línea corresponde a un elemento del activo.

FICHA TIPO DE ACTIVOS											
Activo	UTMX	UTMY	Tipología	Inversión CEDEX	Inversión Inicial	Valor residual	Depreciación anual	Valor patrimonial CHS	Puesta de servicio	Vida útil	%OPER. Y MANT.

Figura 18 Codificación propuesta para la Ficha de valoración patrimonial de activos

Campo 1 Activo: (entero) Indica el número de activo al que hace referencia este elemento de la ficha.

Campo 2 UTMX: (entero) Coordenada X en UTM del activo al que se hace referencia, que puede ser asimismo duplicado en caso de activo lineal, identificando el inicio y final del mismo.

Campo 3 UTMY: (entero) Coordenada Y en UTM del activo al que se hace referencia, que puede ser asimismo duplicado en caso de activo lineal, identificando el inicio y final del mismo.

Campo 4 Tipología: (texto) Este campo hace referencia a la tipología del elemento componente del activo que se valora. Hay 6 posibles registros para este campo: obra civil, equipos electromecánicos, instrumentación, electricidad, edificación y caminos.

Campo 5 Inversión CEDEX: En este campo se encuentra el valor del elemento calculado a través de la “Guía Técnica para la Caracterización de Medidas” del CEDEX, dependiendo del tipo de infraestructura y los componentes que la formen. De esta manera se calcula el valor a modo de inversión de reposición que supondría cada activo en euros del 2010, ya que la referencia económica de esta guía pertenece al año de publicación de la misma. Evidentemente dicho valor debe ser objeto de actualización en el año horizonte para el que se realizan los cálculos de los distintos indicadores, en nuestro caso 2015.

Campo 6 Inversión inicial: Este campo corresponde a la inversión inicial imputada previo a la puesta en servicio del activo en conjunto en euros del 2015.

Campo 7 Valor residual: Este campo es el valor del elemento al final del ciclo de su vida útil. Estos valores son calculados a través de porcentajes establecidos en función de la inversión inicial de cada tipología y de la vida útil. Estos porcentajes se muestran a continuación en la Tabla 14.

Tabla 14 Vida útil y valor residual de los elementos.

PRESA		
TIPOLOGÍA	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR RESIDUAL (%)
OBRA CIVIL	50	80%
EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	25	20%
INSTRUMENTACIÓN	15	10%
ELECTRICIDAD	15	10%
EDIFICACION	50	75%
CAMINOS	50	75%
CANAL		
TIPOLOGÍA	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR RESIDUAL (%)
OBRA CIVIL	50	50%
EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	25	20%
INSTRUMENTACIÓN	15	10%
ELECTRICIDAD	15	10%
EDIFICACION	50	75%
CAMINOS	50	75%
ESTACIÓN ELEVADORA		
TIPOLOGÍA	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR RESIDUAL (%)
OBRA CIVIL	50	75%
EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	25	20%
INSTRUMENTACIÓN	15	10%
ELECTRICIDAD	15	10%
EDIFICACION	50	75%
CAMINOS	50	75%
CONDUCCIÓN		
TIPOLOGÍA	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR RESIDUAL (%)
OBRA CIVIL	50	50%
EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	25	20%
INSTRUMENTACIÓN	15	10%
ELECTRICIDAD	15	10%
EDIFICACION	50	75%
CAMINOS	50	75%

Esta desagregación se repite en todos y cada uno de los activos, siendo conscientes que el peso de alguna tipología respecto a determinados activos es mínimo en relación a otras, pero se ha preferido mantener la estructura común en aras de una mejor homogeneización.

Asimismo, se es consciente de que la vida útil asignada, a priori, es subjetiva, pero el modelo podría quedar confeccionado para que sea una variable de tal manera que puede modificarse, para los distintos cálculos.

Campo 8 Depreciación anual: Se entiende como la disminución anual del valor de cada tipología con el paso del tiempo. Como simplificación, la depreciación de cada componente se ha realizado de forme lineal en base a dos puntos claros de referencia; la inversión inicial y el valor residual. Dicha depreciación anual se ve modificada en el momento que se realiza una inversión de reposición, de tal manera que se revaloriza patrimonialmente y a su vez se incrementa la vida útil. Estos dos nuevos puntos son los que determinan la nueva recta de depreciación, que se mantiene hasta que nuevamente se produce una nueva inversión.

Campo 9 Valor patrimonial CHS: hace referencia al valor actual que tienen los activos, algunos de ellos desglosados en sus diferentes tipologías, inventariado por el organismo de cuenca.

Campo 10 Puesta de servicio: (aaaa) Año de puesta en servicio de la infraestructura en cuestión.

Campo 11 Vida útil: Ciclo de vida total a partir del cual la tipología adopta el valor residual patrimonial. Los valores establecidos de vida útil en función de la tipología se recogen en la Tabla 14. Como consecuencia de ello se puede en cada momento determinar la vida útil transcurrida y la vida útil restante. Conviene indicar aquí que la vida útil inicial se ve prolongada en el tiempo con motivo de las actuaciones de reposición o de inversiones nuevas que se puedan llevar a cabo.

Campo 12 %Oper. & Mant.: Se corresponde con la cuantía fija anual destinada a tareas de mantenimiento y conservación que se estiman como necesarias, determinada como un porcentaje del valor patrimonial del activo y deducida de las buenas practicas. Como se describe en otros apartados de la metodología, se ha considerado tres opciones de mantenimiento, con los siguientes porcentajes aplicables al valor deducido de las buenas practicas:

Mantenimiento mínimo:	0.50 %
Mantenimiento medio:	0.75 %
Mantenimiento máximo:	1.00 %,

Estos valores de “buenas prácticas” pueden ser objeto de modificación de cara a un análisis de sensibilidad.

3.3.4.- Justificación de la propuesta

Es evidente, con lo anteriormente relacionado, que se dispone de los datos que indefectiblemente son necesarios recabar para poder aplicar la metodología, es decir lo que hemos denominado en párrafos anteriores *desagregación básica necesaria*.

Independientemente de que se pudieran establecer “las fichas tipo de máximos de información” que sería la ideal a disponer, aunque para esta Tesis hemos recurrido a una metodología simplificada con una disgregación de la información que podemos denominar de “mínimos”.

Después de analizar la información disponible se concluye que la estructura anterior de la base de datos debería dar adecuada respuesta a los criterios e información actuales con que se trabaja en los organismos de cuenca: tarifas, cánones de regulación, centros de costos y capítulos presupuestarios, valoración patrimonial, etc., integrando la evolución temporal de los indicadores propuestos en la presente Tesis, que caracterizan la situación de los activos desde el punto de vista del desempeño y su depreciación a lo largo de la vida útil.

Con la estructura de datos propuesta se conseguiría una base de datos integrada y común para todos los organismos de cuenca, y en su caso organizaciones similares, en cuanto a la visión de conjunto que siempre ha de disponer el órgano superior de coordinación y de dirección de los mismos a nivel estatal.

Independientemente de los beneficios que se derivan de un sistema informatizado “común”, de fácil acceso y georreferenciado, que permite un análisis global de la información constitutiva de las bases de datos: inversiones realizadas, operaciones de mantenimiento y conservación, evaluación de activos y riesgos asociados a los mismos, etc., el valor añadido se correspondería con la posibilidad de dar soporte a las decisiones a adoptar por los gestores en el marco de un modelo común de gestión de activos, parametrizado en cuanto a la valoración patrimonial y el riesgo en el desempeño, en base a los indicadores propuestos.

Este análisis favorecería la redacción posterior de los correspondientes Planes Estratégicos de Gestión de Activos, basados en la obtención de indicadores objetivos en el medio/largo plazo.

3.4.- Eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional (submodelo B).

3.4.1.- Descripción

Una parte básica en el desarrollo del modelo es la definición de una serie de indicadores que permitan caracterizar desde diversos puntos de vista la situación del activo individualmente, y asimismo su operación en niveles superiores de agregación.

Una vez que se dispone de una base de datos adecuadamente estructurada es posible acometer la calificación relativa a la eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional de las actuaciones realizadas, mediante la propuesta de indicadores adecuados.

Esto se realiza en el denominado Submodelo B., cuyo esquema se muestra a continuación en la Figura 19.

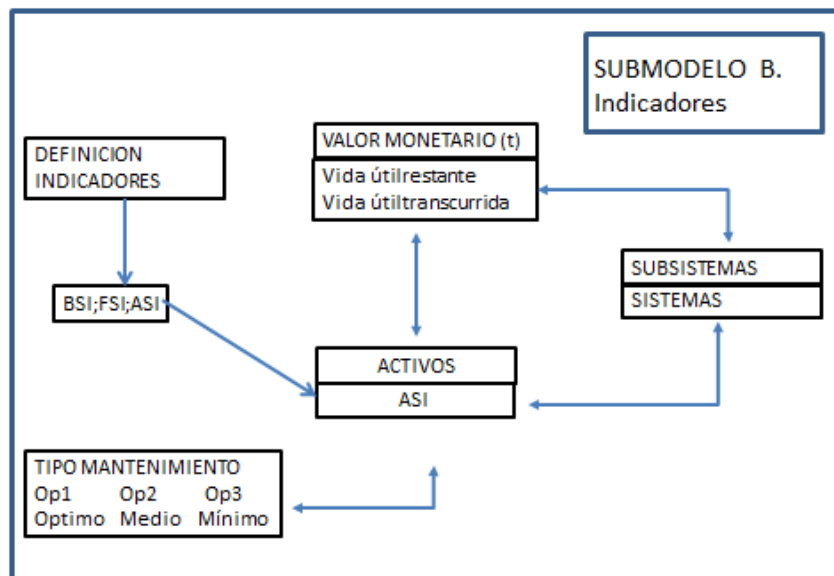


Figura 19 Esquema Submodelo B

Se definen 2 tipos de indicadores:

- Indicadores de eficiencia presupuestaria
- Indicadores de sostenibilidad operacional

Estos indicadores se describen en los siguientes apartados.

3.4.2.- Indicadores de eficiencia presupuestaria

La eficiencia presupuestaria trata de determinar el equilibrio o desequilibrio entre ingresos y gastos. Se consideran dos tipos de indicadores, en función del ámbito en que son aplicados:

- A nivel global del organismo de cuenca
- A nivel de sistema / subsistema

A nivel global del organismo de cuenca

La eficiencia presupuestaria a nivel global del organismo de cuenca trata de determinar el equilibrio o desequilibrio entre ingresos y gastos de la organización gestora de los activos, a lo largo de un intervalo de tiempo determinado.

Para ello se propone el uso del denominado “Indicador de sostenibilidad presupuestaria”, coeficiente BSI (*Budget Sustainability Index*):

$$\text{Coeficiente BSI} = \frac{\text{Ingresos Presupuestarios Anuales}}{\text{Gastos Presupuestarios Anuales}}$$

Con este indicador es posible determinar la evolución a lo largo de los años pasados (mínimo 6 años, a ser posible 12 años). En los análisis presupuestarios/financieros se trabajará con euros contantes referidos al año último de nuestro análisis, entendido como los euros corrientes afectados por el IPC.

Este cociente así determinado nos proporciona la evolución presupuestaria en cuanto a su equilibrio entre ingresos y gastos, de tal manera que se propone parametrizar:

Tabla 15. Rango de valores del parámetro BSI (Índice de Sostenibilidad Presupuestaria)

<i>Valor del parámetro</i>	<i>Estado consecuente</i>
$\text{BSI} \geq 1$	Muy bueno-Excedentario
$0,8 \leq \text{BSI} \leq 1$	Bueno-Equilibrado
$0,6 \leq \text{BSI} \leq 0,8$	Pobre-Desequilibrado
$0,4 \leq \text{BSI} \leq 0,6$	Muy pobre-Muy desequilibrado
$0 \leq \text{BSI} \leq 0,4$	Fallo-Insostenible

A nivel global de sistema/subsistema

También desde el punto de vista de la legalidad vigente, y a modo de un balance presupuestario ingresos/gastos, pero ahora aplicado específicamente al subsistema/sistema en el que se tienen unos ingresos vías tarifas y/o cánones pasamos a definir el denominado Índice de Sostenibilidad Financiera (FSI).

Este índice (FSI) pretende acotar el grado de subvenciones públicas que en el subsistema/sistema es preciso recibir para equilibrar los ingresos con los gastos, y por lo tanto indica el grado de recuperación de costes “efectivo” que se realiza por parte de las aportaciones de los usuarios concernidos en los citados centros de coste.

La formulación del citado índice se correspondería con:

$$FSI_{\text{subsistema}} = \frac{\sum \text{Ingresos via tasas (cánones y tarifas)}}{\sum \text{costes asociados}}$$

$$FSI_{\text{sistema}} = \frac{\sum \text{Ingresos via tasas en subsistemas}}{\sum \text{costes asociados del subsistemas}}$$

La calificación Análogamente a como hemos venidos calificando otros indicadores, pasaremos a calificar desde el punto de vista de la subvención de recursos públicos financieros como:

Tabla 16 Rango de valores del parámetro FSI (Índice de Sostenibilidad Financiera)

<i>Valor del parámetro</i>	<i>Estado consecuente</i>
$FSI \geq 1$	Muy bueno-Excedentario
$0,8 \leq FSI \leq 1$	Bueno-Equilibrado
$0,6 \leq FSI \leq 0,8$	Pobre-Desequilibrado
$0,4 \leq FSI \leq 0,6$	Muy pobre-Muy desequilibrado
$0 \leq FSI \leq 0,4$	Fallo-Insostenible

3.4.3.- Indicadores de sostenibilidad operacional

El objetivo perseguido es la calificación o caracterización de lo realizado en relación a la conservación y mantenimiento de los activos físicos, así como su valor patrimonial y la vida útil de los mismos, desde un punto de vista presupuestario. Se propone el empleo del siguiente indicador, en línea con lo expuesto en el US. Department of transportation. Federal Highway administration (2015). Asset Sustainability Index: A proposed Measure for Long-Term Performance. Report 4:

Asset *Sustainability* Index (ASI):

$$ASI = \frac{\text{Cantidad Presupuestada sobre el Activo}}{\text{Cantidad Necesitada por el Activo}}$$

Cantidad Presupuestada

Se entiende como *Cantidad Presupuestada sobre el Activo* (para años pasados) las cantidades realmente invertidas en el Activo en operaciones de conservación, mantenimiento y/o reposición, y para años futuros los que se derivan del Plan de Mantenimiento establecido.

Este parámetro implica la concreción de las partidas que presupuestariamente se corresponden, dentro del marco legal actual, con actuaciones específicas de conservación y mantenimiento. En principio, y en base a la información disponible, se manejarían las siguientes partidas presupuestarias del correspondiente epígrafe de Gastos del presupuesto del organismo de cuenca (organización).

Cap. 21	Reparaciones, mantenimiento y conservación.
Cap. 210	Infraestructuras y bienes naturales.
Cap. 212.	Edificios y otras construcciones.
Cap. 213	Maquinaria, instalaciones y utillaje.
Cap 6	Inversiones reales.
Cap 60	Inversión nueva en infraestructuras y bienes destinados al uso general.
Cap 61	Inversión de reposición en infraestructuras y bienes destinados al uso general.

Por lo tanto, a priori se podría obtener las cantidades correspondientes a los distintos supuestos, tanto de Fondos Propios como de fondos de la DGA.

Cantidad Necesitada

En la actualidad, y ante la ausencia de información relativa al histórico de averías y las consecuencias por ellas inducidas, tanto en el desempeño del servicio frente a usuarios como a posibles afecciones ambientales, se propondría como cantidad necesitada el valor deducido como un % de “Buena Práctica” (VNBP) en relación al valor patrimonial del bien, y el resto de la vida útil que le queda, de tal manera que se evite el “no deterioro” del valor patrimonial, o en su caso que dicho deterioro represente un valor aceptable.

Como lo que se pretende es optimizar las necesidades presupuestarias a futuro, planteamos escenarios diferentes en función del “grado de madurez” en las operaciones indicadas, de tal manera que, si se denomina como VNBP al Valor Necesitado de acuerdo con la Buena Práctica, las cantidades de inversión necesarias en los distintos escenarios serían:

$$\begin{aligned}\text{ÓPTIMO} &= 1,00 \times \text{VNBP} \\ \text{MEDIO} &= 0,75 \times \text{VNBP} \\ \text{MÍNIMO} &= 0,50 \times \text{VNBP}\end{aligned}$$

Evidentemente esta ponderación cualitativa puede ser objeto de reconsideración en el futuro, en el momento en que los históricos de las actuaciones realizadas nos conduzcan a indicadores aceptables desde el punto de vista de la gestión de los activos. En principio el valor mínimo sería del 50% del requerido por BP.

De tal modo que podríamos en función de los resultados obtenidos en cuanto mejora de los indicadores proceder a seleccionar la opción que con la mínima dotación presupuestaria consigue la mejora del indicador propuesta en el Plan de Mantenimiento.

Cálculo del indicador a nivel de activo por agregación de elementos componentes

Un activo de la infraestructura hidráulica inventariada está compuesto por elementos de distinta naturaleza: obra civil, elementos electromecánicos, instrumentación y auscultación, comunicaciones, informática, etc. Por ello, el cálculo del índice se puede formular de forma desagregada considerando dichos elementos de tal manera que:

$$\text{ASI}_{\text{OBRA CIVIL}} = \frac{\text{Cantidad presupuestada O. C.}}{\text{Cantidad necesitada O. C.}}$$

$$\text{ASI}_{\text{ELEMENT.ELECTROM.}} = \frac{\text{Cantidad presupuestada E. E.}}{\text{Cantidad necesitada E. E.}}$$

$$ASI_{\text{INSTRUMENTACIÓN}} = \frac{\text{Cantidad presupuestada INSTRUM.}}{\text{Cantidad necesitada INSTRUM.}}$$

y así sucesivamente, de tal manera que el indicador global del indicador ASI se obtendría como una suma ponderada:

$$ASI = \alpha_{OC} \cdot ASI_{OC} + \alpha_{EE} \cdot ASI_{EE} + \alpha_{INST} \cdot ASI_{INST} + \dots$$

Dónde evidentemente $\alpha_{OC} + \alpha_{EE} + \alpha_{INST} + \dots = 1$; siendo los distintos α los pesos relativos de los presupuestos específicos frente a los presupuestos globales del activo, en el momento que se realizó la primera inversión. A modo de ejemplo, para la obra civil, se correspondería con:

$$\alpha_{OC} = \frac{\text{Presupuesto Obra Civil Activo}}{\text{Presupuesto Global Activo}}$$

La calificación obtenida a partir del cálculo del indicador se recoge en la Tabla 17.

Tabla 17 Rango de valores del parámetro ASI (Índice de Sostenibilidad del Activo)

Valor del parámetro	Estado consecuente
$0,8 < ASI < 1$	Muy bueno-Excedentario
$0,6 < ASI < 0,8$	Bueno-Equilibrado
$0,4 < ASI < 0,6$	Pobre-Desequilibrado
$0,2 < ASI < 0,4$	Muy pobre-Muy desequilibrado
$0 < ASI < 0,2$	Fallo-Insostenible

3.5.- Evaluación del nivel de riesgo (submodelo C).

3.5.1.- Descripción

Llegados a este punto el modelo procede a incorporar el concepto de riesgo, como información relevante y determinante para poder caracterizar asimismo la situación de los activos, y consecuentemente los sistemas y subsistemas. El objetivo es calificar el nivel de riesgo asociado a cada activo y utilizar esta información en la priorización de actuaciones a incluir en los planes de actuación posteriores.

Esta estimación del riesgo es lo que constituye el denominado Submodelo C, cuyo esquema se muestra a continuación:

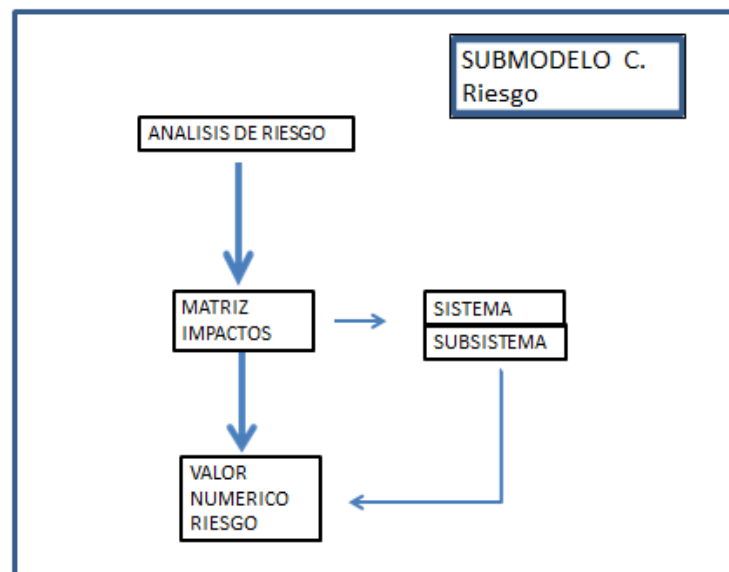


Figura 20 Esquema Submodelo C

Esta evaluación de riesgo se realizará sobre los distintos activos considerando las tipologías de los mismos descritas en apartados anteriores, según la naturaleza de las incidencias/averías que a lo largo de la vida útil de los activos los responsables de explotación han ido constatando.

Este aspecto clave de evaluación del riesgo es el que usualmente manejan los explotadores como determinante a la hora de tomar decisiones, aunque se reconoce en las fuentes consultadas que basado principalmente en “juicio de experto”, ante la falta de bases de datos de históricos de averías.

De acuerdo con la bibliografía consultada se han identificado las siguientes dimensiones relevantes del riesgo, a tener en cuenta por las organizaciones:

- Riesgo financiero
- Riesgo de la población (seguridad de las infraestructuras)
- Riesgos tecnológicos (obsolescencia)
- Riesgo en la prestación/desempeño del servicio
- Riesgo de la participación de los usuarios en la toma de decisiones
- Otros riesgos, tales como incumplimientos legales, falta de idoneidad de las infraestructuras para el desempeño asignado, etc.

No hay que olvidar que esta parte correspondiente a la valoración del riesgo es uno de los aspectos que ha sido y sigue siendo objeto de intenso debate, y ello es así debido a

la dificultad de cuantificar monetariamente las estrategias que se adopten para minimizar el riesgo, objetivo básico de cualquier responsable de la gestión de activos físicos.

Se propone una metodología semicuantitativa, basada en el uso de matrices de riesgo. Esta metodología semicuantitativa, se establece debido a la dificultad que supone la valoración económica del concepto de riesgo, ya que si ello fuese monetariamente posible, se acometerían estrictamente aquellas actuaciones que significasen:

$$AR > AC$$

siendo:

AR= Valor monetario de la reducción anual del riesgo

AC= Valor monetario del coste anual de mantenimiento/conservación

Como esa valorización monetaria del riesgo no se considera abordable a la escala de la metodología planteada en esta tesis, se propone un método semicuantitativo.

Básicamente el riesgo analizado se limita al desempeño de las funciones asociadas al activo

3.5.2.- Modelo de valoración del riesgo propuesto

Como ya se ha venido comentando, la falta de información específica relativa a históricos de averías, y las consecuencias que las mismas han tenido en el desempeño de la actividad, han aconsejado adoptar para la valoración del riesgo, en base a la bibliografía consultada, una técnica semicuantitativa.

La técnica o modelo propuesto para la valoración del riesgo es el empleo de una Matriz de Riesgo, que caracteriza numéricamente el riesgo, para poder obtener no tanto una valoración absoluta del mismo, lo cual se reconoce complicado con la información disponible, pero sí una valoración relativa entre los distintos activos, sistemas y subsistemas que finalmente ayudarían en la toma de decisiones a concretar en el Plan Estratégico de Gestión de Activos.

Esta matriz permite visualizar el riesgo tanto el punto de vista de las consecuencias que pueda acarrear un determinado fallo, como la probabilidad de ocurrencia del mismo.

Esta metodología es una adaptación de la que es común emplear en la gestión de activos cuando los datos de estadísticas de averías son escasos y se encuentra entre los utilizados en la bibliografía consultada, y en particular del documento Risk Assessment of Sewer Systems, (Johansen N.B, et al. 2007).

En principio se adoptarían 5 umbrales de escalones de consecuencias de menor a mayor gravedad, que combinados con la probabilidad de ocurrencia (frecuencia, que a falta de un estadístico de las mismas, lo sería en base a las encuestas con los explotadores) nos dan el riesgo del activo/subsistema/sistema. Las consecuencias pueden considerarse desde diversos puntos de vista: económico, medioambiental y/o desempeño, etc.

Las consecuencias se gradúan en 5 niveles de acuerdo con la Tabla 18.

Tabla 18 Graduación de las consecuencias del fallo

CONSECUENCIA	VALOR
Muy seria	4
Seria	3
Considerable	2
Marginal	1
Inexistente	0

En función de la dimensión del riesgo analizada, es posible utilizar o formular relaciones entre niveles cuantitativos y valores de la escala semicuantitativa anterior. Por ejemplo, si se considera la dimensión del riesgo económico, una posible correlación es la definida en la Tabla 19.

Tabla 19 Correlación entre niveles cuantitativos y semicuantitativos de consecuencias económicas

VALOR	0	1	2	3	4
COSTE (€)	<10.000	<100.000	<1.000.000	<10.000.000	<100.000.000

Este rango de consecuencias precisaría de un conocimiento exhaustivo de las mismas en distintos ámbitos para poder asociar el valor a la consecuencia. Ello es así porque la consecuencia debería analizarse y parametrizarse, al menos, desde los siguientes puntos de vista:

- Afección a los propios empleados
- Afección a los usuarios
- Afección al medio ambiente
- Afección directa a los activos
- Costes económicos para su resolución

Por su parte, la probabilidad de fallo se estructura en los 7 niveles definidos en la Tabla 20.

Tabla 20 Graduación de la frecuencia del fallo

FRECUENCIA	VALOR ASIGNADO
Muy Alta	6
Alta	5
Notable	4
Media	3
Baja	2
Muy baja	1
Extremadamente baja	0

Cuando hay suficiente información estadística del histórico de averías, es posible asignar una graduación semicuantitativa a partir del nivel de frecuencia de fallos observado, de acuerdo con la Tabla 21.

Tabla 21 Correlación entre niveles cuantitativos y semicuantitativos de probabilidad

FRECUENCIA	VALOR ASIGNADO	FRECUENCIA ANUAL	RANGO
Muy Alta	6	>10	Diario-mensual
Alta	5	1-10	Mensual-anual
Notable	4	0.1-1	1-10 años
Media	3	0.01-0.1	10-100 años
Baja	2	0.001-0.0001	100-1000 años
Muy baja	1	0.0001-0.00001	1000-10000 años
Extremadamente baja	0	<0.00001	➤ 10000años

Como ambas dimensiones de probabilidad y de consecuencias se definen en sendas escalas logarítmicas, finalmente la matriz de riesgo definida como combinación de ambas representa una escala doblemente logarítmica, en donde el riesgo entendido como combinación de frecuencia y consecuencia, se suma y no se multiplica según la definición clásica. Debido a su condición de doble logarítmica, el Riesgo Combinado,







finalmente cuantificado numéricamente se corresponde matemáticamente con la expresión:

$$\text{Riesgo Combinado Activo} = \frac{\ln \sum e^{R_i \times 2.3026}}{2.3026}$$

Siendo R_i el riesgo individual de los distintos elementos/tipologías constitutivos de un activo.

A modo de ejemplo representamos el riesgo combinado que resultaría de la evaluación simultánea, con la formulación reseñada de cinco elementos con riesgos asociados de 5,4,6,4 y 5.

Tabla 22 Ejemplo riesgo combinado

Rango	CONSECUENCIA				
FRECUENCIA	0	1	2	3	4
Muy Alta (6)	6	7	8	9	10
Alta (5)	5 	6	7 	8	9
Notable (4)	4	5	6 	7	8
Media (3)	3	4 	5 	6	7
Baja (2)	2	3	4	5	6 
Muy baja (1)	1	2	3	4	5
Extremadamente baja (0)	0	1	2	3	4

La calificación del riesgo asociada al valor semicuantitativo del riesgo obtenido se recoge en la Tabla 23.

Tabla 23 Calificación del nivel de riesgo

CUANTIFICACION DEL RIESGO	CALIFICACION DEL RIESGO
8-10	Muy Alto
6-8	Alto
4-6	Medio
2-4	Bajo
0-2	Muy Bajo

3.5.3.- Metodología de evaluación del nivel de riesgo

Para poder aplicar el modelo de valoración del nivel de riesgo se propone la técnica de encuestas, con el formato propuesto en la Tabla 24.

Para cada activo se considera su desagregación en tipologías: obra civil, elementos electromecánicos, instrumentación, elementos eléctricos, edificaciones y caminos.

Para cada tipología se ha propuesto una serie de eventos o causas que pueden llevar al fallo del activo. Se evalúa mediante juicio de experto tanto el grado de las consecuencias asociadas al fallo como la probabilidad del fallo, de acuerdo con las escalas semicuantitativas definidas de 5 y 7 niveles, respectivamente.

Combinando el indicador del riesgo para cada modo de fallo, se obtiene el indicador del riesgo para cada elemento del activo. Posteriormente, los indicadores para cada elemento son agregados para obtener el indicador de riesgo asociado al activo en cuestión, con un valor entre 0 y 10.

Tabla 24 Ejemplo de encuesta para valoración de riesgos

FICHA TIPO EVALUACIÓN RIESGO						
SISTEMA	Único de Explotación					
SUBSISTEMA	5					
ACTIVO	1	AZUD DE DERIVACIÓN				
CÓDIGO	07010501PR14					
COORDENADA X	644.369					
COORDENADA Y	4.224.986					
						RIESGO GLOBAL
						7,06
OBRA CIVIL		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						5,01
Deslizamientos		1	2	3	A lo largo de su vida útil ha venido recibiendo aterramientos que han precisado la ejecución de actuaciones para aumentar su almacenamiento	EVALUACIÓN
Acarreos/Sedimentos		3	2	5		MEDIO
Estructuras		0	1	1		
Obras fábrica		0	1	1		
Juntas		1	2	3		
Filtraciones		1	2	3		
EL. ELECTROMECAÑICOS		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						7,05
Corrosión		4	1	5	Han sido numerosas las actuaciones encaminadas a la reparación y en su caso reposición, particularmente bombas y valvulería. Hay elementos fuera de servicio.	EVALUACIÓN
Alineación/deformaciones		3	3	6		ALTO
Asientos		1	1	2		
Vibraciones		3	1	4		
Roturas		2	3	5		
Anclajes		1	1	2		
Juntas		4	3	7		
Neumática		3	1	4		
INSTRUMENTACIÓN		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						4,02
Sensorización		3	1	4	La instrumentación disponible, ha sido necesaria su reposición por obsolescencia en breves periodos de tiempo	EVALUACIÓN
Transmisor		2	0	2		MEDIO
Controlador		2	0	2		
Elem. Final		1	1	2		
Circuito electr.		2	0	2		
ELEMENTOS ELÉCTRICOS		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						5,09
Grupo electrógeno		0	1	1	Han sido numerosos las actuaciones de conservación, mantenimiento y reposición en los motores y cableados eléctricos. Hay elementos fuera de servicio.	EVALUACIÓN
Iluminación		1	0	1		MEDIO
Cableado/Conmutadores		1	2	3		
Recalentamiento Motores		2	1	3		
Corrosión chasis máquinas		3	1	4		
Desgaste cojinetes		3	2	5		
Fugas aceite		2	1	3		
Estado cuadros eléctricos		2	2	4		
Adecuación legal		0	0	0		
		0	0			
EDIFICACIÓN		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						2,40
Pintura exterior/interior		1	1	2	No constan, deficiencias fuera de las habituales actuaciones de pintura y mantenimiento periodicas	EVALUACIÓN
Grietas		1	0	1		BAJO
Asientos		1	1	2		
Góteras		1	0	1		
Daño estructural		0	1	1		
Defectos iluminación		1	0	1		
Defectos señalización		1	0	1		
		0	0			
CAMINOS		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						3,34
Señalización horizontal		2	1	3	Es preciso el mantenimiento adecuado, por ser vías con un cierto tránsito local, no exclusivo de la explotación.	EVALUACIÓN
Señalización vertical		2	1	3		BAJO
Deformaciones		1	1	2		
Rodadura		1	1	2		
Daño estructural		0	1	1		

3.6.- Propuesta de plan de actuación, evaluación del impacto sobre tarifas y determinación del Plan Estratégico de Gestión de Activos (submodelo D)

3.6.1.- Descripción

Se ha visto hasta aquí cómo una vez definidas y conformadas las bases de datos relativas al inventario de los activos, a la base de datos de actuaciones presupuestarias pasadas y a las fichas de valoración patrimonial de los activos (submodelo A), se procede al cálculo de los indicadores de eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional (submodelo B) y a la evaluación de los niveles de riesgo actuales (submodelo C).

Se trata a continuación de plantear un proceso iterativo (submodelo D) que consiste en formular distintos posibles planes de actuación sobre los activos, determinando para cada posible plan:

- La evolución temporal del valor patrimonial de los activos durante el periodo de vigencia del plan
- El valor futuro de los indicadores de eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional asociados al plan
- La valoración de los niveles de riesgo futuro esperados como consecuencia de la realización del plan
- El impacto esperado sobre las tarifas y cánones

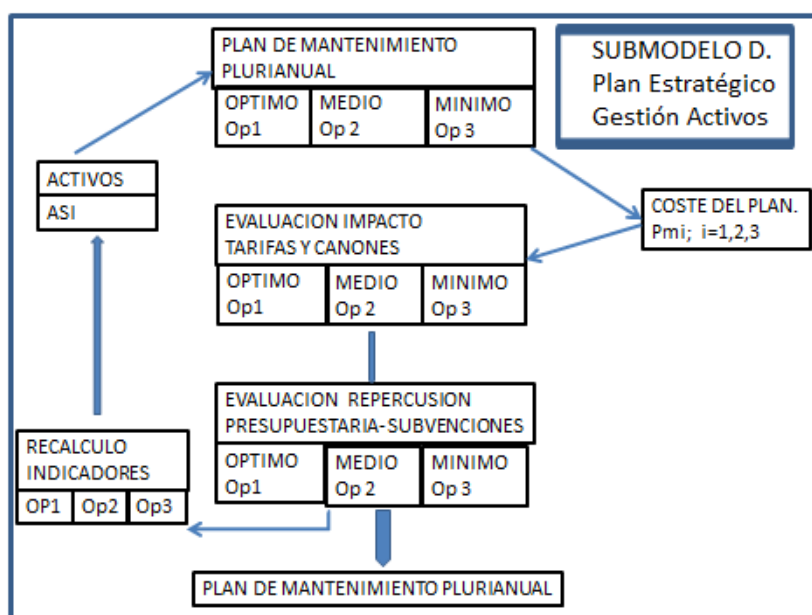


Figura 21 Submodelo D

Evidentemente, el proceso admitiría un número reducido de iteraciones, no más de 2 ó 3, dado que la selección de inversiones se suele realizar por juicio de experto y en el fondo se trataría de optar por un número reducido de actuaciones.

Llegados este punto es cuando se procede a la exposición del plan, en el marco que establece la gestión de activos, tanto a los usuarios concernidos como a las distintas administraciones igualmente titulares de los citados activos tras el adecuado proceso de participación informada de los actores involucrados. El objetivo es definir el plan que será adoptado para el periodo plurianual planteado, dando una cierta continuidad a las labores de mantenimiento y conservación.

El proceso culminaría con la implantación legal, con compromisos presupuestarios, del que será el Plan de Mantenimiento a aplicar en los próximos 12 años, de manera que se programa en dos bloques de seis años. Finalizado el primer periodo de seis años se ha de proceder al análisis de cumplimiento de los objetivos planteados y su redefinición, en su caso.

3.6.2.- Propuesta de plan de actuación plurianual

Una vez que ya se ha determinado tanto la situación de los activos, por tipologías, y consecuentemente de los subsistemas y sistemas, respecto al grado de madurez que las operaciones de conservación y mantenimiento han supuesto a lo largo de la vida útil transcurrida de los mismos, y estimado asimismo el riesgo inherente a la situación temporal analizada, se procede a la propuesta de diferentes opciones de Planes de actuación que con carácter plurianual se presentan como propuesta, en concreto cada propuesta se corresponde con los distintos tipos de operaciones de mantenimiento y conservación establecidas como óptimo, medio y mínimo.

Definidas las citadas propuestas, que se traducen en operaciones de mantenimiento y conservación y en su caso inversiones de reposición, permiten una vez cuantificadas las mismas presupuestariamente proceder a simular los ingresos derivados de las tarifas de utilización y los cánones de regulación que el régimen económico financiero vigente establece que es de aplicación. A su vez se especifican las necesidades presupuestarias que dichas opciones de Plan de actuación significarían.

3.6.3.- Evaluación del impacto sobre tarifas y cánones de acuerdo con el marco regulatorio actual

Aunque la metodología está claramente especificada, una parte importante de la misma precisa de la “simulación” de las tarifas legalmente establecidas. Por tanto, para que la metodología pudiera utilizarse como elemento común en varios organismos de cuenca, se debería homogeneizar los criterios con que se confeccionan las citadas exacciones.

Es por ello por lo que se realizan algunas reflexiones en relación al cálculo de los cánones y tarifas, y se proponen asimismo algunas consideraciones relativas a su confección, en principio dentro del marco regulatorio actual.

En la normativa hidráulica vigente se establece la metodología para la determinación de los cánones y tarifas anuales que permiten la recuperación de los costes de ejecución y mantenimiento de los embalses de regulación.

Los costes anuales que se consideran para el cálculo de cánones y tarifas en cada ejercicio presupuestario son:

- Gastos de funcionamiento y conservación. Corresponden con los gastos necesarios para la prestación de las funciones para las que fueron ejecutadas estas infraestructuras y que realiza la CHS.
- Gastos de administración. Se componen de los específicamente propios de las áreas de Explotación y Trasvase de la Dirección Técnica de la CHS y los gastos de la estructura de la Confederación que dan el soporte necesario para que estas áreas, desarrollen su actividad de gestión.
- Aportación por inversión en infraestructuras. El 4 por 100 de las inversiones realizadas por el Estado de estos embalses, para el caso del canon, o de otras infraestructuras, para el caso de tarifas.

En este apartado se analizan los distintos gastos en los que incurre la Confederación Hidrográfica del Segura y la metodología usada para su imputación a los usuarios en la elaboración de los cánones de regulación y tarifa del ATS.

Análisis de gastos de funcionamiento y conservación

Para llevar a cabo el análisis de los gastos de funcionamiento y conservación de los organismos de cuenca se han estudiado las memorias económicas del Organismo, en las cuales se reflejan los gastos imputables a cada una de las funciones diferenciadas del mismo. El análisis comprende los gastos actualmente repercutidos en los cálculos de los cánones de regulación y tarifas de utilización, y aquellos otros gastos actualmente no considerados que pueden incorporarse en la repercusión de costes a usuarios.

En caso de ser necesario, se propondría una actualización de la estructura de imputación de los gastos de funcionamiento y conservación a los cánones de regulación y tarifas.

Se observa que se imputan los gastos en distintos centros de costes que posteriormente son empleados en la elaboración de los cánones y tarifas. Se ha analizado la imputación o no de los centros de costes en el cálculo de los cánones y tarifas, de tal manera que no se constata una homogeneidad en el tratamiento de los mismos.

En el cálculo de los cánones de regulación se imputan centros de costos de la Dirección Técnica en los de Gastos de funcionamiento y conservación.

No obstante, no se propone una nueva propuesta de cálculo para el apartado de gastos de funcionamiento y conservación para cánones y tarifas puesto que el cálculo actual incluye todos los costes imputables en esta materia.

Análisis de gastos de administración

Los gastos de administración considerados en los cánones de regulación y tarifas deben incluir los correspondientes a las funciones de administración de las infraestructuras para la regulación y utilización del agua que desarrolla el organismo de cuenca.

Estos gastos de administración se componen de los específicamente propios del departamento de Explotación de la Dirección Técnica del Organismo para cada infraestructura (gastos directos), y los gastos de la estructura de la Confederación que da el soporte necesario para que el Área de Explotación desarrolle su actividad de gestión, la cual garantiza el aprovechamiento de los recursos hídricos a los usuarios (gastos indirectos).

En este sentido, se han analizado las memorias económicas del Organismo en las que se reflejan los gastos imputables a cada una de las funciones diferenciadas del Organismo, analizando:

- Los gastos actualmente repercutidos en los cálculos de los cánones y tarifas de regulación y aquellos otros gastos actualmente no considerados que pueden incorporarse en la repercusión de costes a usuarios.
- Los porcentajes de ponderación de gastos por Servicios Generales de la Confederación para su imputación a Comisaría de Aguas, Oficina de Planificación y Dirección Técnica.
- Los porcentajes de reparto entre las áreas de Proyectos y Obras, Explotación y Traspase de los gastos totales de la Dirección Técnica.

Una vez estudiados estos aspectos, se propone una actualización de la estructura de imputación de los gastos de administración a los cánones de regulación y tarifas.

Análisis de aportación por inversión en las infraestructuras

Se procede al análisis histórico de aquellas inversiones del Estado que se corresponden con la aplicación de la normativa vigente, en relación a la confección de cánones de regulación y tarifas de utilización, distinguiendo entre aquellas ejecutadas con fondos propios de los organismos de cuenca y las ejecutadas con fondos de la Dirección General del Agua del hoy Ministerio para la Transición Ecológica (en adelante DGA).

Estas actuaciones pueden ser objeto de recuperación mediante la figura de amortización de infraestructuras recogidas en el Capítulo III del Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del dominio público hidráulico que desarrolla los títulos, Preliminar, I, IV, V, VI Y VII de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de aguas y sus modificaciones posteriores.

Problemática del marco regulatorio actual.

Las tarifas y cánones de acuerdo con la legislación vigente no aseguran recursos suficientes debido a que:

- Las aportaciones de los usuarios por las inversiones del Estado se ven sometidas a una amortización técnica lineal durante el periodo de amortización, conforme al artículo 300 del RDPH.
- La actualización monetaria considerada en las aportaciones por las inversiones se ve sometida a una reducción sobre el interés legal del dinero, conforme al artículo 300 del RDPH.
- No todos los costes de mantenimiento son recuperados, puesto que sólo se recupera la fracción que se imputa a los usuarios. Así, por ejemplo, de los costes de mantenimiento en embalses de regulación sólo se imputa actualmente a usuarios un % variable entre los distintos organismos de cuenca, pero sin una metodología común, ya que el resto por su consideración a laminación a avenidas no se imputa.
- Las cantidades aportadas por los usuarios decrecen a lo largo del tiempo, debido a que la fórmula de amortización del Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH) establece una base imponible que decrece a lo largo del tiempo y que además se actualiza en base a incrementos monetarios cada año, pero sólo si el interés legal del dinero es superior al 6%, circunstancia que no ocurre desde 1997.

Base imponible año $n = (25 \text{ (ó } 50) - n - i) / (25 \text{ (ó } 50)) \times \text{Inversión}$

Esta fórmula supone que no se realiza una amortización económica de la infraestructura, ni se garantiza un flujo económico durante la vida útil (en el caso de amortización en 25 años) de la misma, que permita disponer de fondos para reemplazarla.

3.6.4.- Problemática asociada al marco regulatorio actual

Los aspectos que cabría reconsiderar en el marco regulatorio actual se comentan a continuación.

Actuaciones en embalse de regulación

Las actuaciones correspondientes a embalses de regulación están siendo incluidas en el apartado de gastos de funcionamiento y conservación en la confección de los cánones, como actuaciones de mantenimiento y son objeto de recuperación de costes, si bien no en su totalidad dados los coeficientes reductores, relativos a la laminación. Es por ello por lo que se propone una metodología común para la determinación de los coeficientes de regulación/laminación a utilizar en la confección de las exacciones.

Actuaciones sobre Sistemas Automáticos de Información Hidrológica

Tal y como se deduce del análisis realizado, es importante resaltar la consideración (o no) que de los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (S.A.I.H) procede realizar, ya que inicialmente siendo un sistema de alerta temprana para la detección y gestión de avenidas, con el tiempo ha derivado en un sistema de apoyo y soporte a la decisión en la gestión ordinaria de los organismos de cuenca, lo que permitiría su incorporación, al menos en parte, en los citados cánones de regulación y tarifas de utilización.

Activos explotados por terceras partes

Asimismo, se debe considerar aquellas actuaciones que, siendo financiadas por la Administración General del Estado, pasan a ser explotadas tanto por otras administraciones, básicamente autonómicas y locales, o bien por determinados usuarios, lo que las sitúa a priori fuera del control de la administración financiadora de origen, no interviniendo en los planes de gestión de activos futuros. Se convierten en meros financiadores, pero que a la larga vuelven a ser requeridos para nuevas intervenciones presupuestarias de reposición o nueva implantación, a veces consecuencia de actuaciones de conservación y mantenimiento no óptimas.

Activos sin usuario identificable

Finalmente se han detectado actuaciones que no tienen un usuario identificable que pueda ser sujeto tributario determinado a fin de recuperar sus costes, al ser actuaciones de marcado carácter ambiental o de laminación de avenidas fundamentalmente, de forma que es la sociedad en su conjunto quién se ve

beneficiada de la actuación, por lo que serían la Administración General del Estado, Autonómica y Local las que deberían contribuir de manera adecuada.

3.6.5.- Consideraciones para una propuesta alternativa de evaluación del impacto sobre tarifas y cánones reconsiderando el marco regulatorio actual

Los apartados anteriormente analizados se corresponden estrictamente con lo dispuesto en la normativa vigente desde el punto de vista de confección general de un canon de regulación y/o una tarifa de utilización, sin embargo, hay otras consideraciones que también se han de considerar y que se comentan a continuación.

Análisis regulación/laminación

En cuanto a la regulación/laminación, como se explica en el citado anejo, existe una variedad importante en los porcentajes aplicados en los distintos organismos de cuenca, consecuencia de la distinta función asignada a los embalses. No obstante, se propone aplicar una metodología común para determinar la fracción correspondiente a los citados embalses. En el Anejo nº1, se desarrolla la metodología que se expresará a continuación.

El concepto de laminación, ampliamente aplicado en la ingeniería hidráulica para el dimensionamiento de embalses, precisa de una concreción común a fin de determinar el % que el mismo supone en embalses de uso compartido regulación/laminación, a fin de excluir de la exacción la fracción de laminación que, por su consideración de beneficio para la sociedad en general, no se aplica a los usuarios directos objeto de la exacción, sino que debe ser objeto de aportación al organismo de cuenca por la Administración General del Estado y/o en su caso también por parte de la administración Autonómica y Local.

La metodología expuesta consiste en un análisis basado en dos criterios, para finalmente a la vista de los resultados obtenidos adoptar una decisión.

- Criterio 1. Es el más sencillo, se trataría de determinar los volúmenes que se “reservan” en los embalses para la laminación en las correspondientes normas de explotación. Es decir, son los volúmenes de los resguardos fijados en dichas normas de explotación, lo que supone un porcentaje respecto al volumen total de embalse de la presa. Evidentemente para una determinación más exacta del mismo exigiría una medición periódica de los sedimentos que se van produciendo en el embalse y que limitan dichos volúmenes, los cuales a su vez deberían ser objeto de la correspondiente minoración de la exención.

Por tanto, solo se imputaría a los usuarios concernidos el % de volumen útil, entendido como el volumen total del proyecto minorado en los volúmenes de sedimento/acarreos y en los de laminación.

- Criterio 2. Corresponde a un procedimiento con una técnica más compleja, y es determinar mediante la aplicación de un modelo de gestión de la explotación la determinación de esa fracción de laminación en base a la regulación real que los embalses han realizado a lo largo del tiempo, desde su puesta en explotación.

Análisis del reparto de los gastos imputables a beneficiarios del canon de regulación en función de participación de beneficios

Se ha analizado el reparto de los gastos imputables a beneficiarios del canon de regulación en función de la participación en los beneficios, realizando un análisis crítico de cada uno de los factores de la estimación de beneficios que se consideran en el cálculo del canon de regulación de los aprovechamientos de los subsistemas analizados.

Por resolución de la Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua, se aprobaron las equivalencias a aplicar en la confección de cánones y tarifas:

- La unidad de aplicación para riegos es la ha, para los abastecimientos es el m³ consumido y para los aprovechamientos hidroeléctricos el kWh producido.
- El valor del canon de regulación correspondiente a los abastecimientos será un múltiplo del equivalente a los riegos.
- La equivalencia del agua para abastecimiento con relación a los riesgos será de 1 ha equivalente a unos m³ determinados para cada subsistema.
- El beneficio de 1 kWh imputable al factor agua será de una cantidad a determinar expresada en euros.
- El beneficio de 1 ha de regadío imputable al factor agua será de una cantidad a determinar en euros.
- La mejora de la producción hidroeléctrica debida a la regulación será un % de la producción total.

A la vista de lo anterior, se propone análogamente el establecimiento de unos criterios homogéneos para la determinación de las citadas equivalencias.

En particular, y dentro del uso regadío, se ha detectado un reparto deducido de los derechos históricos (equivalentes a una mayor prioridad) y las superficies concesionales dedicadas a riego.

Tras los estudios económicos realizados como consecuencia de la redacción de los planes de cuenca, se cuenta con una información relevante a la hora de poder determinar rendimientos económicos entre distintos usuarios, lo que trasladaría evidentemente diferentes cargas tributarias basadas en un principio de equidad.

Con estas premisas se pasaría a evaluar tanto las exacciones que se consideren de aplicación, bajo los tres escenarios de operaciones de mantenimiento y conservación: óptimo, medio y mínimo, y la consecuente nueva situación frente al riesgo.

Tras el proceso de participación pública activa entre los usuarios y administraciones concernidas, se concretarían las actuaciones finalmente a realizar.

Una última consideración es la relativa a que las tarifas a aplicar deberían tener la consideración de tarifas binomias, en la que el término fijo hiciera frente a la totalidad de los gastos fijos y amortización derivados del Plan de Gestión de Activos, mientras que los gastos variables deberían ser proporcionales a los m³ realmente consumidos.

Por todo ello parece claro que existe un amplio rango de actuación en esos criterios de homogeneización, en los apartados clave en que se conforman, por aplicación de la legislación vigente los cánones de regulación.

3.7.- Plan Estratégico de Gestión de Activos.

3.7.1.- Implantación inicial de estrategias de buenas prácticas

A falta de una implantación sistemática de las metodologías derivadas de las normas ISO 50000/50001/50002, al menos se proponen implantar las buenas prácticas que como consecuencia de los principios indicados en la PAS 55, relativa a la gestión de activos en general y a las actuaciones de mantenimiento y conservación en particular, se implantarían en los organismos de cuenca.

La citada implantación supondría una mejora en el grado de madurez, en lo que a las citadas metodologías se refieren, y de alguna manera supondrían un primer avance en esta línea.

Básicamente debería comprender:

- Justificación de los presupuestos anuales tanto a nivel de ingresos como de gastos relacionados con la gestión de activos. No se deben confeccionar como una serie de datos agregados contablemente, sino desagregados y como consecuencia de una planificación de las inversiones nuevas y de reposición de las infraestructuras y de las actuaciones a acometer como específicas de mantenimiento y conservación, partiendo del elemento básico “el activo” para por agregaciones sucesivas determinar los presupuestos necesarios por subsistemas/sistemas y sistema general.
- Justificación de las inversiones en base a la programación de una serie de trabajos/actuaciones que mejore la situación de los distintos activos tanto en el desempeño de las funciones inicialmente asignadas como en la evaluación de la minoración del riesgo que dichas actuaciones conllevan para lo cual:

- Cálculo de los indicadores propuestos al inicio del ciclo plurianual.
 - Definición de los requerimientos de desempeño de los distintos activos.
 - Desarrollo de estrategias de gestión de activos en función de la vida útil de los mismos y en base a los indicadores obtenidos.
 - Propuesta de una metodología integral a nivel organizacional, que implementará una gestión de activos en base, al menos a la PAS 55.
- Análisis de la propuesta de inversiones, que conlleva una programación plurianual presupuestaria, debiéndose proceder a la determinación de los nuevos indicadores obtenidos y su comparación con los indicadores objetivos, determinado el esfuerzo financiero resultante y el impacto en los cánones y tarifas de los usuarios y en las transferencias de la Administración General del Estado, de cara a determinar la viabilidad/sostenibilidad de dicha propuesta.

3.7.2.- Evolución hacia un Plan Estratégico de Gestión de Activos

Para transitar el camino desde las buenas prácticas hacia un verdadero Plan Estratégico de Gestión de Activos es necesario definir un marco estratégico, una política de gestión de activos, unos objetivos de gestión de activos y una evaluación del riesgo. Todo ello en base a las directrices que emanan de las ISO 55000/55001/55002.

El citado Plan Estratégico de Gestión de Activos debería contar con el compromiso presupuestario de las administraciones concernidas, así como de los usuarios sujetos de las exacciones.

Marco Estratégico: Define la misión, visión, prioridades estratégicas de los usuarios, de la organización (en nuestro caso la administración), responsabilidad financiera, sostenibilidad global (medioambiental, económica, financiera, etc.)

Política de la Gestión de Activos: establecimiento de las metodologías propuestas, de cara a asegurar un adecuado desempeño actual y futuro. Ello implica además la necesidad de activar la participación de los técnicos, incorporando su experiencia, en los procesos de Gestión de Activos, área en la que deberán ser específicamente formados. Implica asimismo una reconversión tecnológica, en el sentido de potenciar las bases de datos que se precisan en la metodología propuesta, a fin de automatizar la generación de escenarios, que ayuden finalmente a la toma de decisiones. Además, se debe plantear una participación exhaustiva de los usuarios afectados por la toma de decisiones.

Objetivos de la Gestión de Activos: llevar a cabo la implantación de las denominada “buenas prácticas” que permiten la consecución de los objetivos establecidos de acuerdo a los condicionantes de la planificación:

- Crecimientos previstos. Establecimiento de ampliaciones (Inversión nueva)

- Inversión de reposición y renovación en el patrimonio de infraestructuras existentes. Aplicación de la metodología para definir las actuaciones a programar en el corto y medio plazo.
- Mejoras del nivel de servicio. Constatación mediante los indicadores planteados de una mejor situación futura respecto a la situación presente.
- Seguridad y minoración del riesgo. Igualmente, una mejora en los indicadores semicuantitativos definidos, pero a su vez establecimiento de la base de datos que permitirá a final de ciclo el disponer de la parametrización automática de la probabilidad de fallo y la consecuencia, lo que determina automáticamente el riesgo.
- Gestión sostenible (ambiental, financiera, social, etc.)

Evaluación del riesgo. Se trataría de aplicar el procedimiento semicuantitativo explicado en el Anejo nº4, dada la falta de información relativa a históricos de averías, proponiendo una matriz de impactos donde se visualice tanto el punto de vista de las consecuencias que pueda acarrear un determinado fallo, entendidas en su sentido más amplio, como de la probabilidad de ocurrencia del mismo.

Tal y como se ha explicado se adoptarían cinco umbrales de escalones de fallo de menor a mayor gravedad (consecuencia), que combinados con la probabilidad de ocurrencia (frecuencia, que a falta de un estadístico de las mismas, lo sería en base a las encuestas con los explotadores) nos dan el riesgo del activo/subsistema/sistema, mediante el análisis de la frecuencia del fallo y las consecuencias del mismo, desde diversos puntos de vista (económico), medioambiental y/o desempeño, etc.) .

Además, habría que sentar las bases de la **gestión del riesgo y la emergencia**. Éste es un aspecto clave que puede ser determinante a la hora de tomar decisiones, de tal manera que en fases posteriores se deben desagregar, las valoraciones semicuantitativas y con el paso del tiempo parametrizarlas automáticamente en al menos:

- Gestión del riesgo propiamente dicho donde el punto de vista de su identificación, análisis, priorización para su manejo, etc.
- Riesgo empresarial: Este apartado debería al menos analizarse desde los siguientes aspectos:
 - Riesgo financiero
 - Riesgo de la población (seguridad de las infraestructuras)
 - Riesgos tecnológicos
 - Riesgo en la prestación del servicio (desempeño)
- Riesgo de la participación de los usuarios en la toma de decisiones
- Otros riesgos, tales como incumplimientos legales, falta de idoneidad de las infraestructuras para el desempeño asignado, etc.

Una vez parametrizado el riesgo se acomete en el Plan Estratégico de Gestión de Activos, aquellas actuaciones que minoran el riesgo, partiendo en las programaciones

iniciales en aquellos activos que presentan Riesgo >8 y subsiguientemente $R>6$, etc., es decir presenta un riesgo muy alto o alto.

3.7.3.- Otros planes asociados

El desempeño de la infraestructuras hidráulicas están ligadas tanto a situaciones ordinarias, aquellas en las que el suministro del recurso hídrico se realiza en cantidad y calidad sin fenómenos extraordinarios sobrevenidos, como en situaciones extraordinarias, que desde el punto de vista de la cantidad se relacionan con episodios de inundaciones (corta extensión temporal) y de sequías (amplia extensión temporal), y desde el punto de vista de calidad pueden estar asociados a episodios esporádicos de contaminación.

Así pues, se deberían diferenciar en investigaciones posteriores diversos aspectos relativos a la gestión de los activos, en el marco de los instrumentos de gestión específicos de fenómenos extraordinarios:

- Planes de gestión de las sequías
- Planes de inundaciones, tanto los derivados de precipitaciones extraordinarias como aquellos derivados de la posible rotura de infraestructuras.

Como hemos venido repitiendo a lo largo del presente documento, finalmente estos Planes “genéricos” se habrían de concretar en unos programas y subprogramas de inversión presupuestaria, que tal y como comentamos en su momento deberían integrarse en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica, ello definiría los compromisos presupuestarios en los horizontes planteados (básicamente los primeros 6 años de planificación), debiendo acotar tanto los ingresos que se podrían producir vía cánones, tarifas como la parte que debería ser asumida por los Presupuestos Generales del Estado lo cual debería tener reflejo en los análisis económicos que en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, se deben incluir en los Planes Hidrológicos de las Demarcaciones Hidrográficas .

Evidentemente este análisis pormenorizado de estas situaciones extremas en lo que a sequías e inundaciones se refieren, exceden el contenido de esta Tesis, pero se incluye sucinto análisis de la situación actual en base a los históricos de presentación del fenómeno de la sequía, tanto en lo relativo a la frecuencia de los mismos como a los esfuerzos presupuestarios extraordinarios que las administraciones tienen que hacer frente mediante actuaciones de emergencia derivadas de la presentación de sequías, lo que aconsejaría profundizar la metodología aplicada en esta Tesis a esa parcela concreta.

3.7.4.- Actualización de la información de base

La información de base asociada a la gestión de los activos precisa de una actualización continua, de cara a poder servir para la definición y posterior implementación de un Plan Estratégico de Gestión de Activos, y los efectos que el mismo supone desde el punto de vista del desempeño de los servicios encomendados y de las tarifas, que como contraprestación, son soportadas por los usuarios.

Como reflejan diversos autores (Uddin, Waheed; et al 1997, 2013), la información gestionada debe tener un adecuado nivel de calidad (IQL), niveles que pueden ser graduados de la siguiente forma:

IQL	Grado de detalle de la información
I	Nivel de detalle altamente comprensible. Requiere un alto nivel de las bases de datos institucionales que permiten su recolección y procesamiento
II	Nivel de detalle suficiente para programar modelos. deben existir equipos de adquisición de datos convenientemente programados, aunque sean sencillos y se trabajaría en red dentro de la organización.
III	Nivel de detalle suficiente para planificar y programar modelos estándar con una cobertura total en red. La recolección de datos puede combinar procedimientos automáticos y manuales.
IV	Nivel suficiente para generar modelos de planificación y programación, con catálogos estandarizados de infraestructuras, desagregadas en tipologías/elementos, cuyas características desde el punto de vista de la gestión de activos deben ser capaces de generar bases de datos de manera combinada automática y manual.

El esquema de la obtención/actualización de la información que se propone se recoge en la Tabla 25.

De tal manera que, tal y como venimos indicando, al menos se deberá recopilar la información relativa a las inversiones de reposición o de nueva implantación realizadas, a las cantidades dedicadas a las actuaciones de conservación y mantenimiento, así como el riesgo en el desempeño, que en primera aproximación será mediante las encuestas celebradas y la percepción por juicio de experto.

Tabla 25 Esquema básico de la obtención/actualización de la información

Elemento	Requisito	Deseable	Archivo
Inventario Valorizado	Datos de primera implantación	Después de cada operación de gran reparación o reposición	Específico
Vida útil	Globales	Actualización tras actuaciones de inversiones de reposición. Determinando vida útil transcurrida y restante.	Específico
Evaluación del desempeño y análisis del riesgo.	Globales	Cada 3 años en la totalidad del portfolio	Específico
Cálculo de indicadores de sostenibilidad	Anual por subsistemas	3 años por activos críticos	Comunes según metodología
Informes de Plan de gestión de activos implementado	Cada 2 años por subsistemas	Cada 6 años para el total de los activos de la organización	Comunes según metodología
Información Medioambiental	Anual para cada subsistema	6 años para la totalidad de la organización	Comunes según metodología
Impactos Medioambientales	Anual para las masas de agua definidas	6 años para el total de los ecosistemas gestionados por la organización	Globales
Información Socioeconómica	Bianual para cada subsistema	6 años, para el análisis de la totalidad de subsistemas	Globales
Impactos Socioeconómicos	Bianual para cada subsistema y uso concernido	6 años, para el análisis de la totalidad de subsistemas, mediante análisis integrado de la totalidad de la organización	Globales

Capítulo 4. APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO.

4.1.- Descripción del caso de estudio.

Lo hasta aquí desarrollado se plasma en un análisis específico en la Confederación Hidrográfica del Segura en el que, partiendo de la existencia de un régimen económico financiero específico, tarifas de utilización de aguas y cánones de regulación, se ha aplicado el modelo desarrollado en esta Tesis, con los resultados que a continuación se exponen.

Los activos definidos en la contabilidad de la Confederación Hidrográfica del Segura son los siguientes:

- Contraparada.
- Azud de Lietor.
- Canal Reguerón-Paretón.
- Canal Agua Claras-Puentes.
- Canal Ojos Luchena-Puentes.
- Conducción manantial de la Paca.
- Balsa regulación Cabezo Leones.
- Canal y Presa Abanilla.
- Canal principal margen izquierda Río Segura.
- Embalse del Mayés.
- Canal principal margen derecha Río Segura.
- Canal principal del campo de Cartagena.
- Canales-conducciones varias.
- Recrecimiento de la Presa Valdeinfierno.
- Embalse de Puentes.
- Embalse del Talave.
- Embalse de Alfonso XIII.
- Embalse de la Cierva.
- Embalse de la Fuensanta.
- Embalse del Cenajo.
- Embalse de Camarillas.
- Embalse de Santomera.
- Embalse del Argos.
- Azud principal de derivación del Río Segura. Ojós.
- Presa de la rambla del Moro.
- Embalse de la Pedrera.
- Presa y vaso del embalse de Pliego.
- Embalse de Pliego y Doña Ana.
- Presa de la rambla del Carcabo.
- Presa de la rambla del Judio.
- Presa de la rambla de Algeciras.
- Presa de José Bautista (Romerol).
- Presa de los Rodeos.

- Presa de la rambla de Bayco u Ortigosa.
- Presa rambla boquerón y trasvase Boquerón-Mullidor
- Presa de la rambla de Charcos.
- Presa de la Risca.
- Embalse de Moratalla.
- Encauzamiento Río Segura. tramo Murcia capital-Beniel.
- SAIH.
- SAIH Postrasvase.
- Embalse de Crevillente.
- Zona I. Postrasvase.
- Zona II. Postrasvase.
- Conducción regadíos Pliego. Postrasvase.
- Regadío de Águilas.
- Regadío de Mazarrón.
- Canal Argos-Quípar.
- Regadío de Lorca.
- Conducciones regadío tradicional.
- Depuración de aguas.
- Batería estratégica de sondeos. Calasparra.
- Batería estratégica de sondeos. Vegas tradicionales.
- Abastecimiento no MCT.
- Ramblas varias. Defensa de avenidas.
- Actuaciones cauces Río Segura.

Se ha analizado un subsistema de explotación, vinculado a una tasa de naturaleza tributaria:

- Subsistema 5. Se corresponde con un subsistema complejo en el que se integran canales a cielo abierto, presas de regulación, estaciones elevadoras de aguas y una importante cantidad de caminos de servicio, de tal manera que en el mismo se pueden comprobar los indicadores planteados con un número importante de tipologías.

Evidentemente hay más subsistemas en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Segura, pero dado que de alguna manera son activos repetitivos de éste, a efectos de implantar el modelo, se ha considerado suficiente a la hora de extraer conclusiones y comprobar la bondad de la metodología propuesta.

Una vez comprobada, con los resultados obtenidos, la validez de dicha metodología, la primera conclusión sería la posible implantación a la totalidad de los subsistemas que se integran en la Confederación Hidrográfica del Segura.

El subsistema 5 analizado se compone de los siguientes 8 activos, cuya descripción se encuentra en el Anejo nº1, donde se indica el link de la Confederación Hidrográfica del Segura donde se puede encontrar la descripción de los diferentes activos que se han manejado.

Subsistema 5.

- Activo 1. Azud de derivación
- Activo 2. Canal a cielo abierto
- Activo 3. Canal a cielo abierto
- Activo 4. Canal a cielo abierto
- Activo 6. Presa de regulación
- Activo 7. Presa de regulación
- Activo 8. Presa de regulación
- Activo 9. Presa de regulación

Nota: No figura el activo 5 , que por su atipicidad en relación a los demás se ha considerado no aportaba a la bondad de la metodología.

4.2.- Determinación del grado de madurez.

La primera cuestión que se comprueba en el caso de estudio es el grado de madurez que se constata respecto a la metodología ya comentada, la cual se determina por una encuesta entre los responsables técnicos de la explotación de las infraestructuras. Se realiza mediante cuestionario, de tal manera que de las 39 áreas que la implantación de unas buenas prácticas de gestión de activos se compone, se responde el grado de implantación inicial, resultando la Figura 22, cuya fuente es la hoja Excel “Grado de Madurez”.

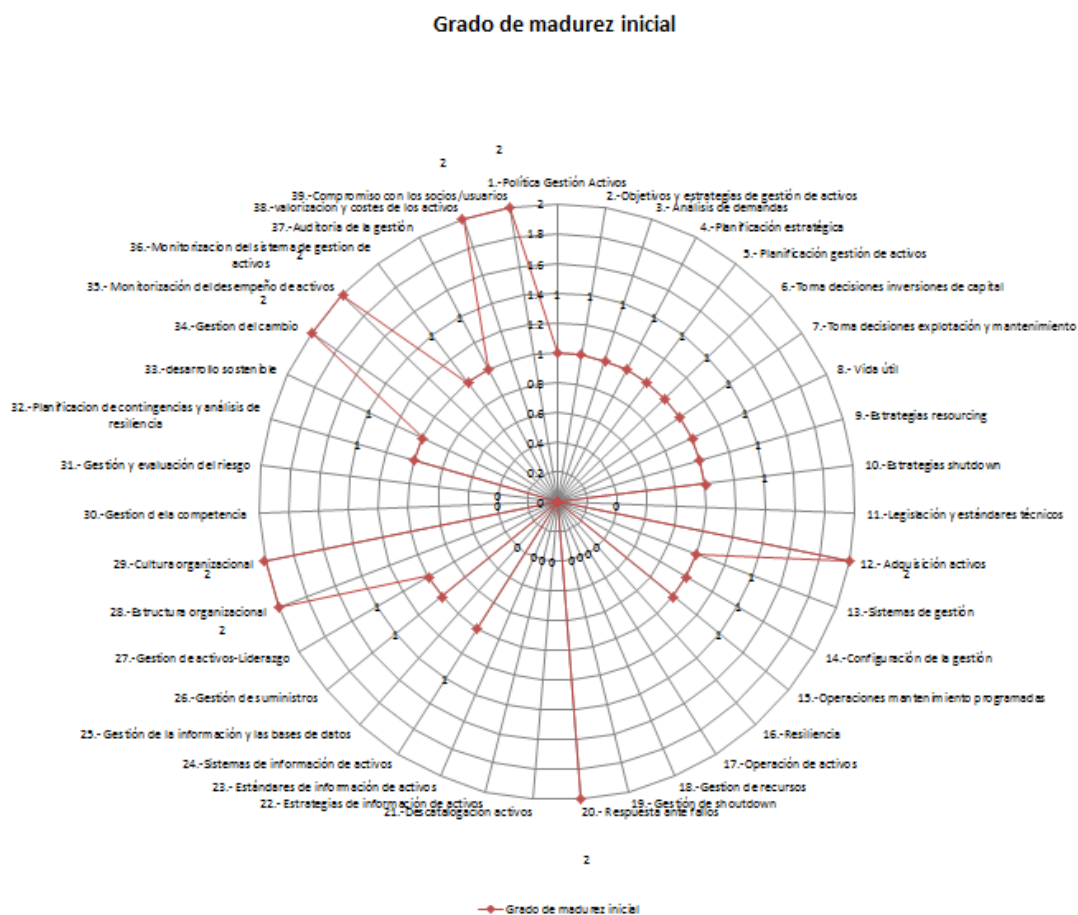


Figura 22 Grado de madurez inicial

Con posterioridad se testean las distintas parcelas en las que incide la metodología planteada, con el resultado de un mejor índice de madurez en determinadas parcelas. No obstante, conviene aclarar que la máxima puntuación obtenida en fase inicial es de 2, ya que puntuaciones superiores implicarían implantaciones regladas de acuerdo a las normas ISO; por otra parte, una vez aplicada la metodología se podría entender que se está aplicando de manera sistemática apartados de las normas ISO, alcanzando como máximo el valor 3, que va un poco más allá que unas buenas prácticas. Esta cuestión debería ser objeto de un análisis bajo los criterios de las citadas normas, en caso de implantación de la metodología en esta Tesis expuesta.

Tabla 26 Grado de afección de la metodología planteada a los submodelos definidos

Grupo 1. Estrategia y Planificación		GRADO DE AFECCION DE LA METODOLOGIA PLANTEADA A LOS SUBMODELOS DEFINIDOS			
		A	B	C	D
1.- Política Gestión Activos					X
2.- Objetivos y estrategias de gestión de activos		X			
3.- Análisis de demandas					
4.- Planificación estratégica		X	X		
5.- Planificación gestión de activos		X	X		
Grupo 2. Toma de decisiones-Gestión de activos.					
6.- Toma decisiones inversiones de capital					X
7.- Toma decisiones explotación y mantenimiento					X
8.- Vida útil		X			X
9.- Estrategias de recursos					
10.- Estrategias shutdown					
Grupo 3. Vida útil.					
11.- Legislación y estándares técnicos					
12.- Adquisición activos					
13.-Sistemas de gestión					
14.- Configuración de la gestión					
15.- Operaciones mantenimiento programadas					X
16.- Resiliencia					
17.- Operación de activos					
18.- Gestión de recursos		X			
19.- Gestión de shutdown					
20.- Respuesta ante fallos					
21.- Descatalogación activos		X			
Grupo 4.- Información de activos.					
22.- Estrategias de información de activos		X	X		
23.- Estándares de información de activos		X	X		
24.- Sistemas de información de activos		X	X		
25.- Gestión de la información y las bases de datos		X	X		
Grupo 5.- Organización y Recursos Humanos.					
26.- Gestión de suministros					

27.-Gestion de activos - Liderazgo
28.- Estructura organizacional
29.- Cultura organizacional
30.-Gestion de la competencia

			X

Grupo 6.- Análisis de Riesgo

31.- Gestión y evaluación del riesgo
32.-Planificacion de contingencias y análisis de resiliencia
33.- desarrollo sostenible
34.- Gestión del cambio
35.- Monitorización del desempeño de activos
36.- Monitorización del sistema de gestión de activos
37.- Auditoria de la gestión
38.-Valorizacion y costes de los activos
39.- Compromiso con los socios/usuarios

		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	

Estas buenas prácticas conllevan un mejor índice de madurez final, tal y como se refleja a continuación y calculada en la hoja Excel “Grado de Madurez”:

Grado de madurez final

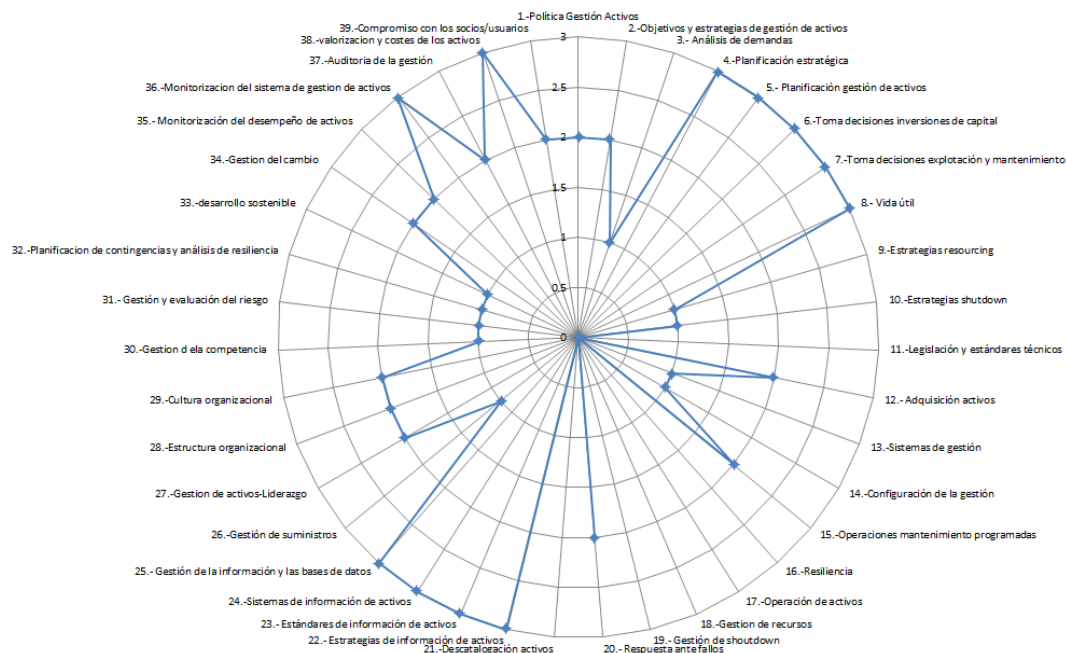


Figura 23 Grado de madurez final

4.3.- Inventario, actuaciones y valoración de activos físicos (Submodelo A).

4.3.1.- Codificación para los activos y sus elementos

Como hemos venido indicando, la base de datos a definir debe ser capaz de recoger la información precisa para la implementación del modelo y, a su vez, poder servir como base de datos relacionada con la totalidad de las infraestructuras que los organismos gestionan. En principio no supone una dificultad añadida la georreferenciación de los activos, para lo cual se explicita en el Anejo nº4, para cada uno de los activos y los diferentes tramos en que se descomponen, las coordenadas X,Y para su georreferenciación en el GIS corporativo.

4.3.2.- Base de datos presupuestaria

Se han confeccionado las bases de datos relativas a las inversiones presupuestarias realizadas desde la puesta en servicio de los activos constitutivos del subsistema indicado. La base incluye tanto las actuaciones financiadas con fondos de la Dirección General del Agua del hoy MITECO, como aquellas otras inversiones acometidas con fondos propios de la Confederación Hidrográfica del Segura. Esta base de datos incluye las inversiones de nueva implantación, de reposición y las específicas de conservación y mantenimiento, como se refleja en el Anejo nº2. Se muestra a continuación la estructura básica de la base de datos que se contiene en la Excel Base de datos Escenario 1.X/DATOS.

F.Recepción Definitiva	Año	Nº Obra	Nº Activo	Activo	Subsistema	Tipología	Título	Total Certificado 2015
1/1/1981	1981	-	12	CANAL PPAL CAMPO DE CARTAGENA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	OBRA CIVIL	C. CAMPO DE CARTAGENA	28,007,076.46
1/1/1982	1982	-	12	CANAL PPAL CAMPO DE CARTAGENA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	OBRA CIVIL	PROTECCIÓN C. CAMPO CARTAGENA	3,512,068.93
7/13/1983	1983	338	12	CANAL PPAL CAMPO DE CARTAGENA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	OBRA CIVIL	PROYECTO DE OBRA COMPLEMENTARIA Nº 2 DE CANALES Y REDES PRINCIPALES Y SECUNDARIAS DE RIEGO, DESAGUES Y CAMINOS DE LAS Z/R. C. CARTAGENA SECTORES I A V. INSTALACION DE CHIMENEAS DE EQUILIBRIO.	202,981.72
1/1/1972	1972	-	9	CANAL PPAL MARGEN IZQ RIO SEGURA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	OBRA CIVIL	ANTE PROYECTO OBRAS CONDUCCIÓN Y REGULACIÓN. IF	73,877.75
1/1/1980	1980	-	11	CANAL PPAL MARGEN DRA RIO SEGURA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS	GRUPO ELECTRÓGENO PARA C. M. D.	143,403.43
1/1/1979	1979	-	43	ZONA I. POSTRASVASE	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	EDIFICACION		0.00
1/1/1982	1982	-	44	ZONA II. POSTRASVASE	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	ELECTRICIDAD	RESTITUCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA A BLANCA	72,680.75
12/31/1984	1984	345	12	CANAL PPAL CAMPO DE CARTAGENA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	OBRA CIVIL	PROYECTO OBRA COMPLEMENTARIA Nº 2 DE CANALES, REDES DE RIEGOS, DESAGUES Y CAMINOS ZONA REGABLE C. CARTAGENA. SECTORES X, XI, XII, XIII Y XV. REPOSICION DE SERVIDUMBRES.	400,808.72
12/31/1981	1981	269	11	CANAL PPAL MARGEN DRA RIO SEGURA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS	PROYECTO DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE UN GRUPO ELECTROGENO CENTRO DE TRANSFORMACION DE 15/0.38-0.22 KV. PARA CANAL DE LA M. D. DEL SEGURA.	135,123.10
1/1/1981	1981	-	9	CANAL PPAL MARGEN IZQ RIO SEGURA	SUBSISTEMA 5. POSTRASVASE TAJO-SEGURA	OBRA CIVIL	ACUEDUCTO MEZQUITA. SIFÓN	2,161,078.75

Figura 24 Estructura base de datos presupuestaria

4.3.3.- Fichas de valoración patrimonial para los activos

Las fichas de valoración patrimonial de los activos incluyen las variables necesarias para poder acometer la valorización monetaria (depreciación) a lo largo del tiempo en base a las inversiones realizadas de nueva implantación, de reposición y las específicas de conservación y mantenimiento.

Otra variable que integra la citada base de datos es la vida útil del activo en cuestión.

Activo	UTM X	UTM Y	Tipología	INVER. CEDEX 2010	INVERSION INICIAL	VALOR RESIDUAL	DEPRECIACIÓN ANUAL	VALOR PATRIMONIAL CHS	PUESTA EN SERVICIO	VIDA UTIL	%OPER. Y MANT.
Nº1	644372	42243979	AZUD	1,207,497.52 €	47,537,766.03 €	24,950,465.87 €	1,154,381.31 €	5,803,322.50 €	1984		1.20
			CAMINOS		93,810.10 €	70,357.57 €	469.05 €	953,428.15 €		50	
			EDIFICACION		0.00 €	0.00 €	0.00 €			50	
			ELECTRICIDAD		14,979,903.58 €	1,497,990.36 €	898,794.22 €			15	
			EQ. ELECTROMECANICOS		4,093,404.21 €	818,680.84 €	130,988.93 €			25	
			INSTRUMENTACION		190,116.30 €	19,011.63 €	11,406.98 €			15	
			OBRA CIVIL		28,180,531.84 €	22,544,425.47 €	112,722.13 €	4,849,894.35 €		50	

Figura 25 Ficha de valoración patrimonial de activos

4.4.- Eficiencia presupuestaria y sostenibilidad operacional (submodelo B).

4.4.1.- Indicadores de eficiencia presupuestaria

A nivel global de organismo de cuenca. Indicador BSI

El primer indicador evaluado ha sido el BSI, obteniéndose para la serie temporal analizada 2002-2015, los valores y calificaciones que se muestran en la Tabla 27 a continuación:

Tabla 27 Valores anuales del BSI

AÑO	IPC (%)	LIQUIDACIÓN INGRESOS	INGRESOS ACTUALIZADOS 2015	LIQUIDACIÓN GASTOS	GASTOS ACTUALIZADOS 2015	BSI	ESTADO RESTRICCIÓN PRESUPUESTARIA
2002	32,50	68.672.000 €	90.990.400 €	86.772.000 €	114.972.900 €	0,79	POBRE
2003	27,80	9.171.000 €	11.720.538 €	42.719.000 €	54.594.882 €	0,21	FALLO
2004	24,90	17.954.000 €	22.424.546 €	48.453.000 €	60.517.797 €	0,37	FALLO
2005	21,20	35.137.000 €	42.586.044 €	47.096.000 €	57.080.352 €	0,75	POBRE
2006	16,30	35.329.000 €	41.087.627 €	53.107.000 €	61.763.441 €	0,67	POBRE
2007	13,60	71.500.000 €	81.224.000 €	73.089.000 €	83.029.104 €	0,98	BUENO
2008	8,90	85.115.000 €	92.690.235 €	64.802.000 €	70.569.378 €	1,31	EXCELENTE
2009	8,00	94.303.000 €	101.847.240 €	87.736.000 €	94.754.880 €	1,07	EXCELENTE
2010	6,90	52.677.000 €	56.311.713 €	57.696.000 €	61.677.024 €	0,91	BUENO
2011	3,60	26.720.000 €	27.681.920 €	49.744.000 €	51.534.784 €	0,54	MUY POBRE
2012	1,50	23.070.000 €	23.416.050 €	50.074.000 €	50.825.110 €	0,46	MUY POBRE
2013	-1,10	16.315.000 €	16.135.535 €	52.028.000 €	51.455.692 €	0,31	FALLO
2014	-1,30	80.143.000 €	79.101.141 €	88.624.000 €	87.471.888 €	0,90	BUENO
2015	0,00	110.303.000 €	110.303.000 €	136.402.000 €	136.402.000 €	0,81	BUENO

Los datos anteriores graficados, se presentan en la Figura 26:

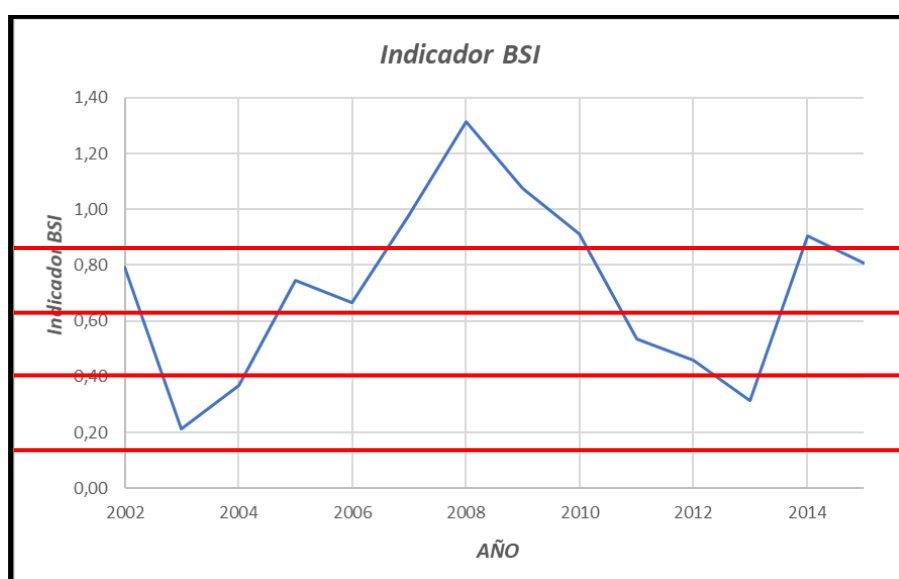


Figura 26 Evolución del Indicador BSI

Del análisis de la misma se puede concluir:

- 57 % de los años se encuentra en una situación deficiente (muy pobre, pobre o fallo).
- 43 % de los años se encuentra en una situación aceptable.

Constatándose que en dos años 2008 y 2009 se ha producido el equilibrio/superávit presupuestario, en el que los ingresos se igualen o superen a los gastos, respectivamente.

Este hecho pone asimismo en evidencia las anomalías presupuestarias, independientemente de que las mismas se produzcan o no, vinculadas a las crisis económicas acontecidas.

Evidentemente no habría sido necesario el actualizar los importe de ingresos/gastos al año 2015 para el cálculo del indicador BSI, pero se ha realizado a fin de poder homogeneizar las citadas cantidades como dato de evolución del esfuerzo presupuestario realizado, observándose el impacto de la crisis económica en el periodo 2010-2013, mayoritariamente en el apartado de ingresos, lo que ha imposibilitado unas mínimas actuaciones de conservación y mantenimiento y mucho menos acometer inversiones de reposición.

A nivel global de Subsistema 5. Indicador FSI

Análogamente, otro análisis llevado a cabo en el Subsistema 5, es el que consiste en determinar los costes (C) en que realmente se han incurrido y los ingresos que se han obtenido como suma del ingreso “ordinario” (I) y la correspondiente liquidación (L). Lo que nos lleva a los siguientes resultados:

Tabla 28 Déficit de explotación Subsistema 5. Elaboración propia información CHS. Datos en millones de euros

	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costes	38.5	35.0	36.8	36.8	34.1	31.9	47.4	30.2	29.3	29.1
Ingresos	34.0	31.5	37.2	33.8	36.2	32.0	43.4	36.4	30.4	15.2
Liquidación	-4.5	-3.5	-0.4	-3.0	2.1	-0.1	-4.0	6.2	1.1	-13.9
FSI	0.88	0.90	1.01	0.92	1.06	1.00	0.91	1.20	1.04	0.52

De tal manera que se ha constatado un déficit de tarifa acumulado de 20 millones de euros.

4.4.2.- Indicadores de sostenibilidad operacional

El indicador ASI, cuyo cálculo se recoge en el Anejo nº2, refleja para los activos del Subsistema 5, la evolución de la sostenibilidad operacional desde el punto de vista de las inversiones realizadas.

En la Tabla 29 se recogen los valores del ASI para el año 2015, correspondientes a los 8 activos del Subsistema 5. Se presentan los valores correspondientes a los 3 casos considerados para estimar las necesidades de inversión de referencia contra las que comparar las inversiones reales. Estos 3 casos son el óptimo (la inversión necesaria de referencia se toma igual a la considerada necesaria por buenas prácticas), medio (la inversión necesaria de referencia se toma del 75% de la considerada necesaria por buenas prácticas) y mínimo (la inversión necesaria de referencia se toma como la mitad de la considerada necesaria por buenas prácticas). Evidentemente, al reducir la inversión necesaria de referencia, el valor del ASI mejora.

Tabla 29 Indicador de sostenibilidad operacional ASI para los activos del Subsistema 5 en el año 2015.

Activo	Tipo	ASI	ASI	ASI
		(caso de inversión necesaria óptima)	(caso de inversión necesaria media)	(caso de inversión necesaria mínima)
1	Azud	1.00	1.33	2.00
2	Canal	0.28	0.37	0.91
3	Canal	0.42	0.56	0.85
4	Canal	1.31	1.78	2.67
6	Presa	0.21	0.29	0.43
7	Presa	0.31	0.44	0.65
8	Presa	1.40	1.87	2.81
9	Presa	0.05	0.07	0.10

El desglose por tipologías de elementos para cada activo se recoge en las tablas 30 a 37.

Tabla 30 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos del Activo 1 (Azud)

ACTIVO 1	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	2.90	3.86	5.80
EDIFICACION	0.00	0.00	0.00
ELECTRICIDAD	0.15	0.20	0.30
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	10.34	13.79	20.69
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.09	0.12	0.19

Tabla 31 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos del Activo 2 (Canal)

ACTIVO 2	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	0.22	0.30	0.44
EDIFICACION	-	-	-
ELECTRICIDAD	0.00	0.00	0.00
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	0.71	0.95	1.42
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.26	0.35	0.52

Tabla 32 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activo 3 (Canal)

ACTIVO 3	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	0.00	0.00	0.00
EDIFICACION	0.00	0.00	0.00
ELECTRICIDAD	1.03	1.38	2.07
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	5.14	6.85	10.27
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.23	0.31	0.47

Tabla 33 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 4 (Canal)

ACTIVO 4	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	0.72	0.96	1.44
EDIFICACION	0.00	0.00	0.00
ELECTRICIDAD	0.00	0.00	0.00
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	0.00	0.00	0.00
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	1.52	2.03	3.05

Tabla 34 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 6 (Presa)

ACTIVO 6	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	0.00	0.00	0.00
EDIFICACION	1.67	2.23	3.34
ELECTRICIDAD	11.79	15.72	23.58
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	2.54	3.39	5.08
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.05	0.06	0.09

Tabla 35 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 7 (Presa)

ACTIVO 7	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	0.55	0.74	1.11
EDIFICACION	1.77	2.36	3.54
ELECTRICIDAD	0.00	0.00	0.00
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	6.64	8.85	13.27
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.14	0.19	0.29

Tabla 36 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 8 (Presa)

ACTIVO 8	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	2.46	3.28	4.93
EDIFICACION	0.00	0.00	0.00
ELECTRICIDAD	3.65	4.86	7.29
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	1.68	4.32	6.48
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.00	0.00	0.00

Tabla 37 Valores iniciales de los ASI de los distintos elementos de Activos 9 (Presa)

ACTIVO 9	OPTIMO	MEDIO	MINIMO
CAMINOS	0.00	0.00	0.00
EDIFICACION	-	-	-
ELECTRICIDAD	44.84	59.79	89.68
EQUIP. ELECTROMECHANICOS	5.56	7.41	11.12
INSTRUMENTACION	0.00	0.00	0.00
OBRA CIVIL	0.02	0.02	0.04

El indicador ASI a nivel de activo se obtiene por agregación del indicador obtenido a nivel de elemento (obra civil, elementos electromecánicos, elementos eléctricos, instrumentación, caminos y edificaciones). A modo de ejemplo en la Figura 27 reflejamos la evolución en el tiempo del Valor Patrimonial (VP) e Índice de Sostenibilidad del Activo (ASI) para la tipología de obra civil del Activo 1. La actualización monetaria al año 2015 se ha realizado mediante el índice de precios al consumo. La entrada en vigor de la Ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española, obligará a la utilización en lo sucesivo de un índice distinto del indicado, pero ello no impide testar la metodología bajo los supuestos adoptados.

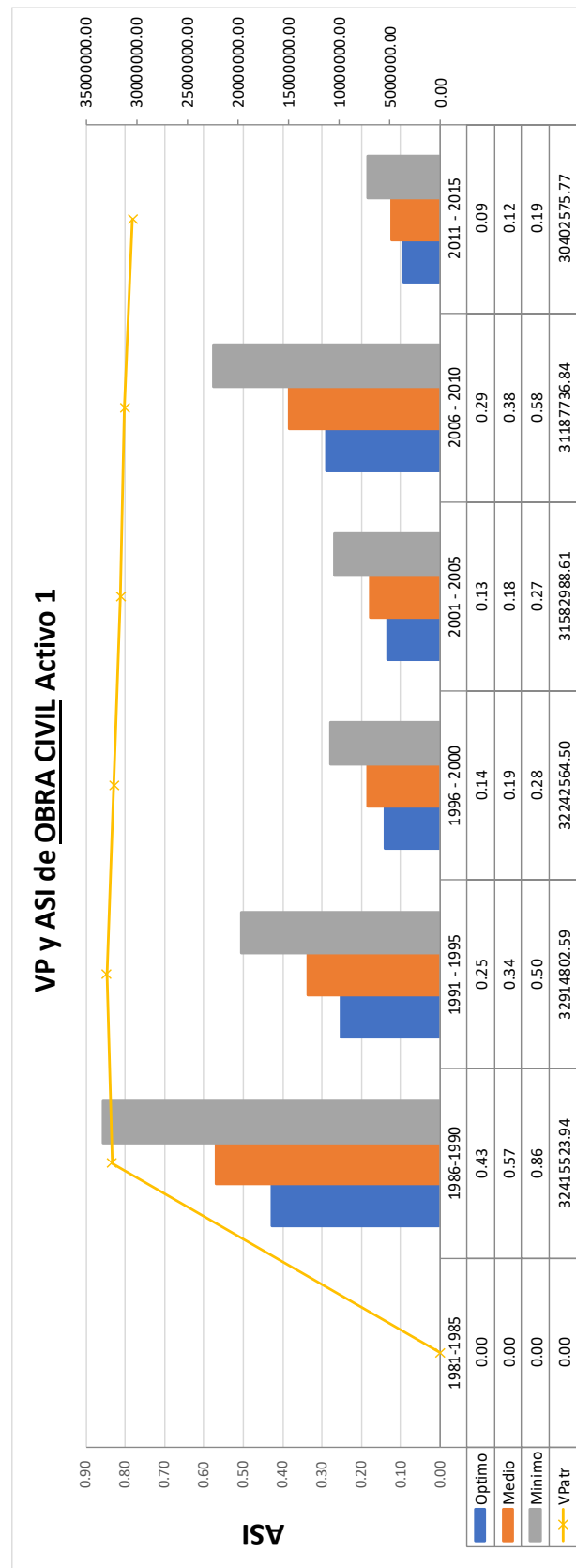


Figura 27 Valor patrimonial y ASI del Activo 1 Tipología Obra civil. Elaboración propia.

4.5.- Evaluación del nivel de riesgo (submodelo C).

Con relación al riesgo, y en base a las encuestas realizadas a los técnicos responsables recogidas en el Anejo nº3, se ha determinado el valor numérico del riesgo para los distintos activos, función a su vez del riesgo de las distintas tipologías en que se desagregan, y finalmente por agregación de los distintos activos se determina el riesgo en el indicado subsistema.

Los niveles de riesgo correspondientes a los activos constitutivos del Subsistema 5 se han obtenido con la metodología propuesta, desarrollada empleada en la Hoja Excel “EVALUACION RIESGOS”. Los resultados obtenidos se muestran en su totalidad en el Anejo nº3.

En la Tabla 38 se presenta el resumen de la valoración del riesgo para el año 2015, para los 8 activos que componen el Subsistema.

El valor del nivel de riesgo global para el subsistema es de 8.45, que recibe una calificación de muy alto.

Tabla 38 Valor del riesgo inicial para cada uno de los activos y sus subelementos.

	RIESGO 2015		RIESGO 2015
ACTIVO 1	8.05	ACTIVO 6	6.38
OBRA CIVIL	5.01	OBRA CIVIL	3.79
EL. ELECTROMECÁNICOS	7.07	EL. ELECTROMECÁNICOS	6.37
INSTRUMENTACIÓN	4.51	INSTRUMENTACIÓN	3.65
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	8.00	ELEMENTOS ELÉCTRICOS	4.42
EDIFICACION	4.03	EDIFICACION	2.83
CAMINOS	3.65	CAMINOS	4.35
	RIESGO 2015		RIESGO 2015
ACTIVO 2	8.05	ACTIVO 7	6.33
OBRA CIVIL	6.87	OBRA CIVIL	3.70
EL. ELECTROMECÁNICOS	6.61	EL. ELECTROMECÁNICOS	6.33
INSTRUMENTACIÓN	5.51	INSTRUMENTACIÓN	4.09
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	8.00	ELEMENTOS ELÉCTRICOS	3.51
EDIFICACION	4.08	EDIFICACION	1.04
CAMINOS	3.95	CAMINOS	4.31
	RIESGO 2015		RIESGO 2015
ACTIVO 3	7.13	ACTIVO 8	6.33
OBRA CIVIL	6.92	OBRA CIVIL	3.61
EL. ELECTROMECÁNICOS	6.67	EL. ELECTROMECÁNICOS	6.33
INSTRUMENTACIÓN	5.61	INSTRUMENTACIÓN	3.15
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	4.32	ELEMENTOS ELÉCTRICOS	3.51
EDIFICACION	3.36	EDIFICACION	2.53
CAMINOS	4.04	CAMINOS	4.31
	RIESGO 2015		RIESGO 2015
ACTIVO 4	7.37	ACTIVO 9	7.06
OBRA CIVIL	7.35	OBRA CIVIL	5.01
EL. ELECTROMECÁNICOS	5.96	EL. ELECTROMECÁNICOS	7.05
INSTRUMENTACIÓN	4.87	INSTRUMENTACIÓN	4.02
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	4.24	ELEMENTOS ELÉCTRICOS	5.09
EDIFICACION	3.57	EDIFICACION	2.40
CAMINOS	4.46	CAMINOS	3.34

A modo de ejemplo se muestra la ficha resumen de la encuesta correspondiente al Activo 1.

Tabla 39 Valoración global riesgo Activo 1.

	FICHA TIPO EVALUACIÓN RIESGO			
SISTEMA	Único de Explotacion			
SUBSISTEMA	5			
ACTIVO	1	AZUD DE DERIVACION		RIESGO
RESUMEN DE LA VALORACION DEL RIESGO DEL ACTIVO GLOBAL				8.05 MUY ALTO
RESUMEN DE LA VALORACION DEL RIESGO DEL ACTIVO POR TIPOLOGIAS				
	OBRA CIVIL		5.01	MEDIO
	OBSERVACIONES	A lo largo de su vida útil ha venido recibiendo aterramientos que han precisado la ejecución de actuaciones para aumentar su almacenamiento.		
	ELEMENTOS ELECTROMECHANICOS		7.07	ALTO
	OBSERVACIONES	Han sido numerosas las actuaciones encaminadas a la reparacion y en su caso reposicion, particulrmente bombas y valvuleria.		
	INSTRUMENTACION		4.51	MEDIO
	OBSERVACIONES	La instrumentacion disponible, ha sido necesaria su reposicion por obsolescencia en breves periodos de tiempo		
	ELEMENTOS ELECTRICOS		8.00	MUY ALTO
	OBSERVACIONES	Han sido numerosos las actuaciones de conservacion, mantenimiento y reposicion en los motores.		
	EDIFICACION		4.03	MEDIO
	OBSERVACIONES	No constan, deficiencias fuera de las habituales actuaciones de pintura y mantenimiento periodicas		
	CAMINOS		3.65	BAJO
	OBSERVACIONES	Es preciso el mantenimiento adecuado, por ser vias con un cierto transito local, no exclusivo de la explotacion.		

4.6.- Propuesta de plan de actuación, evaluación del impacto sobre tarifas y determinación del Plan Estratégico de Gestión de Activos (submodelo D).

4.6.1.- Información previa a la formulación de planes de actuación

Las diferentes alternativas de plan de inversiones se confeccionan en base a los resultados obtenidos del indicador de sostenibilidad operacional (ASI) y del indicador de nivel de riesgo para el año 2015, así como del análisis de las cuantías destinadas a inversiones de reposición y a conservación y mantenimiento.

Análisis de indicadores de sostenibilidad y riesgo de los activos

El indicador de nivel de riesgo nos indica qué activos dentro del subsistema presentan un mayor riesgo. Además, también permiten identificar, para cada activo, qué elementos presentan un mayor riesgo, los que es una información a tener en cuenta para la asignación de la inversión en el conjunto de los activos gestionados.

Se pueden representar entonces gráficas Sostenibilidad Operacional vs. Riesgo. A modo de ejemplo, reflejamos los resultados obtenidos para el Activo 1 en el 2015, en función del nivel de las operaciones de conservación y mantenimiento efectuadas:

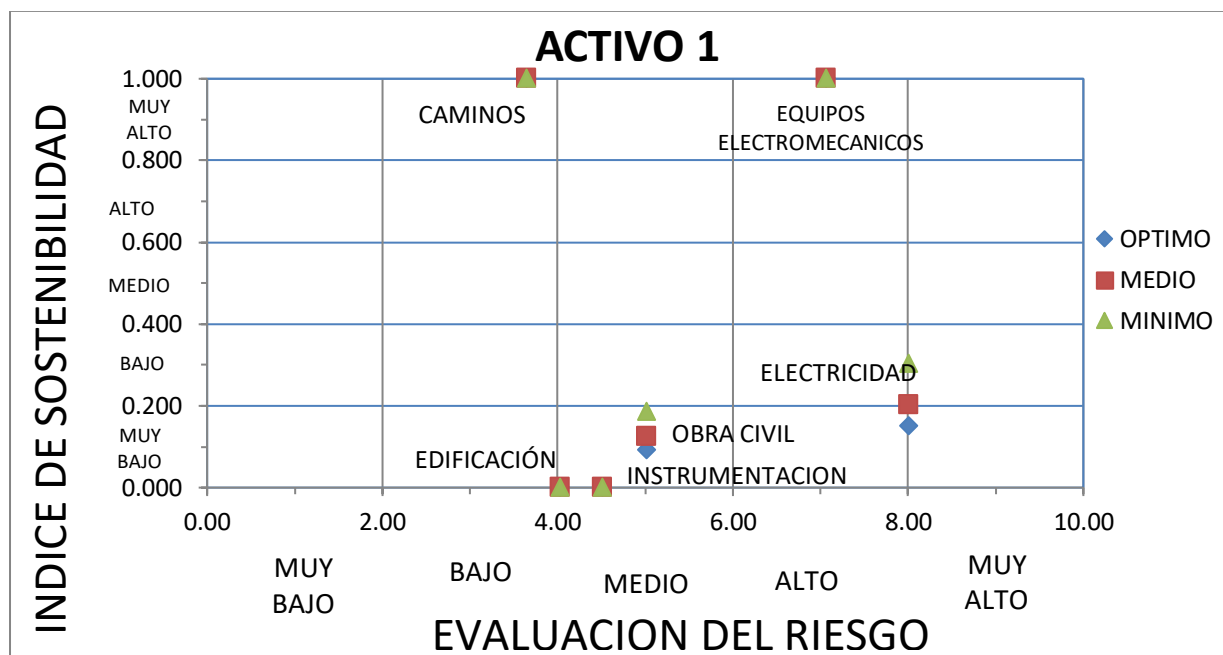


Figura 28 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en la situación inicial, año 2015.

Es evidente que a la vista de los resultados obtenidos se constata la necesidad de intervenir preferentemente en la tipología de elementos eléctricos, que presenta unos indicadores de riesgo elevados y una baja inversión.

En cuanto a los equipos electromecánicos, el nivel de inversión pasado ha sido adecuado (ASI muy alto), sin embargo, aparecen identificados como asociados a un nivel de riesgo alto. Se hace necesario profundizar en la evaluación del riesgo para establecer las causas de este nivel y determinar las medidas de reducción de riesgo necesarias, más allá de las vinculadas al estado de los equipos.

Una vez definidas presupuestariamente las opciones de inversión, se trata de estimar la tarifa resultante para el periodo de seis años, pudiendo evaluar los incrementos que la misma supone en relación a la última tarifa aplicada, lo que proporciona una información acerca del impacto de la misma en los usuarios implicados.

Cada opción de inversión conlleva a un recálculo de los indicadores ASI para el final del periodo, y también es necesaria una nueva evaluación de riesgo mediante la encuesta a los responsables, posibilitando el análisis comparativo entre las diferentes opciones simuladas, lo que supone una herramienta soporte de apoyo a la decisión que estimamos útil para los responsables de establecer los planes plurianuales de conservación y mantenimiento, y asimismo de las inversiones de reposición.

Análisis de inversiones previas de reposición y de conservación y mantenimiento

Previo a la determinación de las cuantías futuras necesarias dedicadas tanto a conservación y mantenimiento ordinario, como a inversiones de reposición, se ha realizado un análisis de las citadas partidas en los últimos años y que han tenido reflejo en las correspondientes tarifas confeccionadas.

La situación de partida en cuanto a las inversiones de reposición que se constatan y las labores de conservación y mantenimiento ordinarias se reflejan a continuación (en millones de euros, M€)

- Valor medio anual de actuaciones de conservación y mantenimiento: 2,3 M€
- Valor medio anual de actuaciones de reposición: 1,70 M€
- Esfuerzo medio presupuestario anual conjunto: 4,0M€

El análisis de los cuatro bloques temporales que originaron cuatro tarifas diferentes es el que se refleja a continuación, con detalle de las inversiones de los subsistemas analizados en cuanto a cantidades a amortizar y los gastos fijos y variables.

En la partida de los gastos fijos se incluye la partida correspondiente a conservación y mantenimiento ordinario (entre paréntesis). El detalle del cálculo se recoge en el Anejo nº4.

Tabla 40 Desagregación de las partidas de amortización, gastos fijos y gastos variables para los 4 horizontes tarifarios analizados (en millones de euros)

AMORTIZACIÓN	Tarifa bloque 1	Tarifa bloque 2	Tarifa bloque 3	Tarifa bloque 4
Inversiones	334,8	351	370,3	380,6
Aportaciones totales de los usuarios	111,6	118	134,6	140,2

GASTOS FIJOS	Tarifa bloque 1	Tarifa bloque 2	Tarifa bloque 3	Tarifa bloque 4
Gastos de funcionamiento	6,4(3,3)	6,8(1,4)	4,4(1,22)	6,45 (1,55)

GASTOS VARIABLES	Tarifa bloque 1	Tarifa bloque 2	Tarifa bloque 3	Tarifa bloque 4
Energía (agua trasvasada)	6,3	9,3	11,3	13,2
Energía (agua propia)	0,8	1,0	1,8	2,7

Y análogamente las cantidades destinadas a inversiones de reposición y de inversión de nueva implantación resultan ser, de acuerdo con la Tabla 41:

Tabla 41 Desagregación de presupuestos de mantenimiento y conservación, reposición e inversión nueva (en millones de euros).

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Media anual periodo
Conservación y Mantenimiento	0,55	-	1,22	1,55	0,83
Inversión en Reposición	3,8	3,02	-	-	0.86
Inversión Nueva	2,40	-	-	7,77	1.27

Es decir, se ha producido una aleatoriedad en las cantidades destinadas a la conservación y mantenimiento al igual que en las de reposición, con resultados en algunos años nulos. En inversiones nuevas también se constata discontinuidad, aunque esto es más previsible, pero sirve para determinar el esfuerzo presupuestario realizado.

En el análisis de las cantidades disponibles para los cuatro bloques tarifarios se constata:

- En el primer bloque en el subsistema 5 se constatan inversiones de reposición por importe de 2,25 M€, y en el bloque 4 figura una cantidad de 7,8 M€ correspondiente a inversión de nueva implantación. Ello significa que el esfuerzo presupuestario es de 1,25 M€/año en inversiones conjuntas de reposición y nueva implantación.
- Los gastos fijos de conservación y mantenimiento, que se han señalado entre paréntesis entre los gastos fijos totales, se corresponden con las cantidades:

Bloque 1	3,3 M€
Bloque 2	1,4 M€
Bloque 3	1,22 M€
Bloque 4	1,55 M€

Se observa que, en términos de valores medios anuales, las cuantías en inversión en reposición (0,86 M€/año) es muy parecida al presupuesto medio anual en conservación y mantenimiento (0,83 M€/año).

4.6.2.- Planteamiento de distintos planes plurianuales

Los planes se plantean para un horizonte temporal de 6 años, correspondiente al periodo 2016-21. El periodo de 6 años se distribuye en 3 bloques tarifarios, de 2 años de duración cada uno: Bloque nº1 (2016-17), Bloque nº2 (2018-19) y Bloque nº3 (2020-21).

Los planes incluyen esfuerzos inversores de dos tipos:

- Inversión anual en reposición de activos
- Presupuestos anuales para conservación y mantenimiento

El indicador de sostenibilidad operacional (ASI) ayuda a estimar la magnitud del esfuerzo inversor a realizar sobre cada activo del subsistema analizado, planteando unos objetivos para el periodo de 6 años contemplado, 2016-2021.

Como consecuencia del valor patrimonial obtenido al final del periodo analizado (2015) en el subsistema 5, en el que se aplican los porcentajes de mantenimiento mínimo (50%), medio (0,75%) y óptimo (1%) para los distintos activos y tipologías, nos llevaría a unas cantidades a aplicar con carácter anual de:

3,1 M€/año opción mínima
4,7 M€/año opción media

6,3 M€/año opción óptima

Cifras que representan valores muy por encima de los que se vienen destinando a dichas actuaciones (0,83 M€/año), y que por la configuración de la tarifa se trasladan directamente al usuario en cómputo anual.

Por el contrario, las actuaciones de reposición (inversiones) presentan una fórmula de amortización menos gravosa para el usuario, lo que se ha de tener en cuenta a la hora de formular los planes de actuación. Además, dado el envejecimiento constatado en los distintos elementos, excluidos la obra civil, aconsejaría una labor de reposición importante a lo largo de los próximos seis años y siguiente bloque de otros seis años.

Planteamiento del mínimo esfuerzo económico

Teniendo en cuenta estas consideraciones, así como los indicadores de sostenibilidad y riesgo obtenidos, se plantea un esfuerzo mínimo en el presupuesto de conservación y mantenimiento de 2,3 M€/año. Este valor supone un 75% del considerado mínimo por buenas prácticas (3,1 M€/año).

De acuerdo con la tendencia observada en el pasado, se asumirá un esfuerzo en inversión en reposición similar, de 2,3 M€/año, lo que para un periodo de 6 años se redondea a 14 M€ para todo el periodo.

Formulación de las opciones de inversión y esfuerzo presupuestario

El esfuerzo inversor ha de repartirse entre inversiones en reposición centradas en aquellos activos que presentan peores indicadores ASI y de Riesgo, y presupuestos de conservación y mantenimiento. Teniendo en cuenta esta distinción, los posibles escenarios de actuación se dividen en 2 grandes grupos de opciones:

Opción 1: Se cumple que el esfuerzo de inversión en reposición no varía para las distintas alternativas de este grupo, que se supone igual al mínimo considerado, de 14 M€ para todo el ciclo de 6 años. En cambio, cada opción dentro de este grupo presentará diferentes intensidades del esfuerzo presupuestario en conservación y mantenimiento. En concreto, se plantean 3 opciones de conservación y mantenimiento:

- Escenario 1.1 (mínimo): conservación y mantenimiento mínimo
- Escenario 1.2 (medio): incremento del 50% sobre el mínimo
- Escenario 1.3 (máximo): incremento del 100% sobre el mínimo

Opción 2: Se cumple que el esfuerzo en el presupuesto de conservación y mantenimiento no varía para las distintas opciones de este grupo. En cambio, cada opción dentro de este grupo presentará diferentes intensidades del esfuerzo en

inversiones de reposición. En concreto, se plantean 3 opciones de inversión en reposición:

- Escenario 2.1 (mínimo): inversión de reposición mínima
- Escenario 2.2 (media): incremento del 50% sobre el mínimo
- Escenario 2.3 (máximo): incremento del 100% sobre el mínimo

En resumen, las cantidades correspondientes a cada opción son las siguientes:

Opción 1: Inversiones de reposición por 14 M€ para el conjunto de 6 años (2016-21)

- **Escenario 1.1:** Presupuesto de conservación y mantenimiento de 2,27 M€/año
- **Escenario 1.2:** Presupuesto de conservación y mantenimiento de 3,42 M€/año
- **Escenario 1.3:** Presupuesto de conservación y mantenimiento de 4,60 M€/año

Opción 2: Presupuesto de conservación y mantenimiento de 2,27 M€/año

- **Escenario 2.1:** Inversiones de reposición por 14,00 M€ en 6 años (2016-21)
- **Escenario 2.2:** Inversiones de reposición por 20,90 M€ en 6 años (2016-21)
- **Escenario 2.3:** Inversiones de reposición por 27,95 M€ en 6 años (2016-21)

El esfuerzo de inversión y presupuestario total para cada escenario queda de la siguiente forma:

- **Escenario 1.1:** $14,00 + 6 \times 2,27 = 27,6$ M€
- **Escenario 1.2:** $14,00 + 6 \times 3,42 = 34,5$ M€
- **Escenario 1.3:** $14,00 + 6 \times 4,60 = 41,6$ M€

- **Escenario 2.1:** $14,00 + 6 \times 2,27 = 27,6$ M€
- **Escenario 2.2:** $20,90 + 6 \times 2,27 = 34,5$ M€
- **Escenario 2.3:** $27,95 + 6 \times 2,27 = 41,6$ M€

Como se observa, los Escenarios 1.1 y 2.1 son totalmente coincidentes.

Opción 1: Inversión de reposición mínima (14 M€ para el periodo 2016-21)

Mantiene una inversión de reposición aproximadamente constante para la totalidad del periodo de seis años, cuantificada en 14M€.

Como quiera que la tarifa se calcula para cada dos años, ello daría lugar a tres tarifas para cada periodo de seis años.

Tabla 42 Resumen de inversiones de reposición y presupuestos de conservación y mantenimiento para los distintos escenarios de la Opción 1.

	Tarifa Bloque 1		Tarifa Bloque 2		Tarifa Bloque 3	
Opción 1	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Escenario 1.1						
Inv Reposición	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0
Cons y Mant	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Escenario 1.2						
Inv Reposición	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0
Cons y Mant	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42	3,42
Opcion 1.3						
Inv Reposición	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0
Cons y Mant	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6

Como resumen resulta ser:

Escenario 1.1

Inv. Rep. 14,0 M€ según desglose plurianual
Min Cons. 2,27 M€/año

Escenario 1.2

Inv. Rep. 14,0 M€ según desglose plurianual
Min Cons. 3,42 M€/año (50% de incremento)

Escenario 1.3

Inv. Rep. 14,0 M€ según desglose plurianual
Min Cons. 4,60 M€/año (100% de incremento)

La aplicación por tipologías se resume en la Tabla 43.

Tabla 43 Inversiones de reposición para cada escenario de la opción 1

ACTIVO 1	Escenario 1.1	Escenario 1,2	Escenario 1.3
Obra Civil	-	-	-
El. Electromec.	1,0	1,0	1,0
Elect.	0,5	0,5	0,5

ACTIVO 2	Escenario 1.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	-	-	-
El. Electromec.	1,0	1,0	1,0
Elect.	4,0	4,0	4,0

ACTIVO 3	Escenario 1.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	2,0	2,0	2,0

ACTIVO 4	Escenario 1.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	2,0	2,0	2,0

ACTIVO 6	Escenario 1.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
El. Electromec.	1,0	1,0	1,0

ACTIVO 7	Escenario 1.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
El. Electromec.	1,5	1,5	1,5

ACTIVO 8	Escenario 1.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
El. Electromec.	1,0	1,0	1,0

Opción 2: Presupuesto de conservación y mantenimiento mínimo (2,27 M€/año)

En esta opción la conservación y el mantenimiento se supone en el valor mínimo en todos los bloques, lo que ya supone un esfuerzo importante respecto al valor actual, mientras que la inversión de reposición se va incrementando.

Tabla 44 Resumen de inversiones de reposición y presupuestos de conservación y mantenimiento para los distintos escenarios de la Opción 2.

Opción 2	Tarifa Bloque 1		Tarifa Bloque 2		Tarifa Bloque 3	
	2016	2017	2018	2019	2010	2021
Escenario 2.1						
Inv Reposición	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0
Cons y Mant	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Escenario 2.2						
Inv Reposición	3,65	4,15	3,15	3,15	3,65	3,15
Cons y Mant	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Escenario 2.3						
Inv Reposición	4,83	5,33	4,33	4,33	4,83	4,33
Cons y Mant	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27

Esta hipótesis metodológica no resulta ser inadecuada, dada la vida útil transcurrida de la mayoría de los activos, pensemos que la mayoría de las infraestructuras se pusieron en servicio a mediados de los años ochenta, por lo que resulta necesario activar un plan de renovación, fundamentalmente en los equipos que presentan una menor vida útil como son los elementos electromecánicos y eléctricos.

En resumen, los valores presupuestarios necesarios son:

Escenario 2.1

Inv. Rep. 14,0 M€ según desglose plurianual
Min Cons. 2,27 M€/año

Escenario 2.2

Inv. Rep. 20,9 M€ según desglose plurianual (50% de incremento)
Min Cons. 2,27 M€/año

Escenario 2.3

Inv. Rep.	27,95 M€ según desglose plurianual (100% de incremento)
Min Cons.	2,27 M€/año

En estas últimas opciones las cantidades se destinan a los siguientes activos y elementos/tipologías consecuencia de su situación de riesgo, de acuerdo con la Tabla 45. Los presupuestos asimismo se corresponden con actuaciones concretas facilitados por los técnicos responsables a nivel de anteproyecto/proyecto.

En la Tabla 46 se muestra el patrón de inversión para cada una de las opciones de planes de actuación, sobre los 8 activos considerados, teniendo en cuenta su desglose tipológico en elementos.

Tabla 45 Inversiones de reposición para cada escenario de la opción 2

ACTIVO 1	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	-	0,5	1,0
El. Electromec.	1,0	1,5	1,5
Elect.	0,5	1,0	1,5

ACTIVO 2	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	-	1,5	3,0
El. Electromec.	1,0	1,0	1,0
Elect.	4,0	4,0	4,0

ACTIVO 3	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	2,0	3,0	3,0
El. Electromec.	-	-	1,0

ACTIVO 4	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
Obra Civil	2,0	3,0	5,0
El. Electromec.	-	0,5	-

ACTIVO 6	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
El. Electromec.	1,0	1,5	1,5
Elect.	-	-	1,0
Caminos	-	-	0,5

ACTIVO 7	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
El. Electromec.	1,5	2,0	2,0

ACTIVO 8	Escenario 2.1	Escenario 2,2	Escenario 2.3
El. Electromec.	1,0	1,5	1,5
Caminos	-	-	0,5

Tabla 46 Patrón de inversión según opciones para cada activo.

ACTIVO 1

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	X	XX	XXX	X	O	OO
E. Electromec.	O	O	O	O	OO	OO
Instrumentación	-	-	-	-	-	-
Eq. Eléctricos	O	O	O	O	OO	OOO
Edificación	-	-	-	-	X	X
Camino	-	-	-	-	X	X

ACTIVO 2

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	X	XX	XXX	X	O	OO
E. Electromec.	O	O	O	O	O	O
Instrumentación	X	XX	XXX	X	X	X
Eq. Eléctricos	O	O	O	O	O	O
Edificación	-	-	-	-	X	X
Camino	-	-	-	-	X	X

ACTIVO 3

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	O	O	O	O	OO	OO
E. Electromec.	X	XX	XXX	X	X	O
Instrumentación	-	-	-	-	-	-
Eq. Eléctricos	X	XX	XXX	X	X	X
Edificación	-	-	-	-	X	X
Camino	-	-	-	-	X	X

ACTIVO 4

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	O	O	O	O	OO	OOO
E. Electromec.	X	XX	XXX	X	X	X
Instrumentación	-	-	-	-	-	-
Eq. Eléctricos	X	X	X	X	X	X
Edificación	-	-	-	-	-	-
Camino	X	X	X	X	X	X

ACTIVO 6

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	-	-	-	-	X	X
E. Electromec.	O	O	O	O	OO	OO
Instrumentación	-	-	-	-	X	X
Eq. Eléctricos	X	XX	XXX	X	X	X
Edificación	-	-	-	-	X	X
Camino	-	-	-	-	X	X

ACTIVO 7

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	X	XX	XXX	X	X	X
E. Electromec.	O	O	O	O	OO	OO
Instrumentación	X	XX	XXX	X	X	X
Eq. Eléctricos	X	XX	XXX	X	X	X
Edificación	-	-	-	-	X	X
Camino	-	-	-	-	X	X

ACTIVO 8

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	-	-	-	-	X	X
E. Electromec.	O	O	O	O	OO	OO
Instrumentación	-	-	-	-	X	X
Eq. Eléctricos	-	-	-	-	X	X
Edificación	-	-	-	-	-	O
Camino	-	-	-	-	X	X

ACTIVO 9

	OPCIÓN 1			OPCIÓN 2		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Obra civil	-	-	-	-	X	X
E. Electromec.	-	-	-	-	X	X
Instrumentación	-	-	-	-	X	X
Eq. Eléctricos	-	-	-	-	X	X
Edificación	-	-	-	-	X	X
Camino	-	-	-	-	X	X

LEYENDA

X	Actuación de conservación y mantenimiento mínima
XX	Actuación de conservación y mantenimiento media
XXX	Actuación de conservación y mantenimiento óptima
O	Actuación de reposición mínima
OO	Actuación de reposición media
OOO	Actuación de reposición óptima

4.6.3.- Evaluación del impacto sobre tarifas y cánones

Una vez conocida la estructura y la correspondiente formulación de la tarifa a aplicar, que se muestra en el Anejo nº1, se realiza el análisis de sensibilidad tarifaria de tal manera que solo se modifican las variables que están afectadas bien por las actuaciones de conservación y mantenimiento, o bien por las actuaciones de inversiones de reposición, manteniendo constantes la totalidad del resto de las variables.

Al exigir la legislación vigente la liquidación de la tarifa, entendiendo como la variación en más o en menos de lo inicialmente presupuestado respecto a lo realmente ingresado, a fin de que no interfiera asimismo en el análisis que se propone, no se tendrá en cuenta hipotéticas liquidaciones dándose por supuesto que se ingresa la totalidad de la tarifa confeccionada.

La evolución de las tarifas en los últimos 8 años analizados, que se corresponden con 4 tarifas confeccionadas, se muestra en la Tabla 47 en unidades de (€/m³). Se muestran las tarifas para cada uno de los cuatro tipos de usuario que se contemplan en el presente análisis (denominados U1, U2, U3 y U4).

Tabla 47 Valor de las tarifas para distintos usuarios en los distintos escenarios temporales analizados.

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
Tarifa U1	0,1382	0,1438	0,1211	0,1230
Tarifa U2	0,1900	0,2051	0,1705	0,1662
Tarifa U3	0,0454	0,0409	0,0335	0,0393
Tarifa U4	0,0583	0,0631	0,0673	0,0601

Como se observa las citadas tarifas varían tanto al alza como a la baja, no correspondiendo con criterios deducidos de una gestión de activos programada, sino que vienen siendo fuertemente afectadas por las liquidaciones anteriormente indicadas.

Se detalla en el citado Anejo nº1 el cálculo de las tarifas para los distintos usuarios, y los distintos escenarios planteados en relación a las actuaciones de conservación y mantenimiento, e inversiones de reposición. Se muestran a continuación el resumen de las mismas con indicación expresa del incremento tarifario para los seis años de vigencia del PEGA, y el % de incremento medio anual de la citada tarifa.

Como podemos apreciar, los valores que suponen un menor incremento del periodo, tal y como se preveía, se corresponde con la simulación de óptima reposición, en el que

además los incrementos tarifarios constatados interanuales, se entienden plenamente asumibles.

Por lo tanto, se estaría en condiciones de forzar mayores inversiones en tanto en cuanto las tarifas no superen unos umbrales previamente establecidos, que podrían corresponderse con el IPC, u otro indicador de tipo económico.

Tabla 48 Tarifas correspondientes a los distintos usuarios y escenarios planteados.

Opción 1				%	%
	2016-17	2018-19	2020-21	INCREMENTO	PROMEDIO
Mínima Conservación	Escenario 1.1	Escenario 1.1	Escenario 1.1	TARIFA	INTERANUAL
TU1	0.123454	0.123905	0.124449	2.08	0.34
TU2	0.165077	0.165978	0.167065	1.84	0.30
TU3	0.039366	0.039443	0.039552	3.62	0.59
TU4	0.059215	0.059370	0.059586	2.86	0.47

Media Conservación	Escenario 1.2	Escenario 1.2	Escenario 1.2		
TU1	0.125193	0.125313	0.125468	2.92	0.48
TU2	0.165322	0.165561	0.165872	1.12	0.19
TU3	0.041105	0.040851	0.040785	6.85	1.11
TU4	0.060954	0.060447	0.060313	4.12	0.67

Óptima Conservación	Escenario 1.3	Escenario 1.3	Escenario 1.3		
TU1	0.126760	0.127212	0.127772	4.81	0.79
TU2	0.165222	0.166127	0.167247	1.95	0.32
TU3	0.042672	0.042861	0.042976	12.59	2.00
TU4	0.062348	0.062727	0.062957	8.68	1.40

Opción 2				%	%
	2016-17	2018-19	2020-21	INCREMENTO	PROMEDIO
Mínima Reposición	Escenario 2.1	Escenario 2.1	Escenario 2.1	TARIFA	INTERANUAL
TU1	0.123454	0.123905	0.124429	2.07	0.34
TU2	0.165077	0.165978	0.167026	1.82	0.30
TU3	0.039366	0.039443	0.039541	3.59	0.59
TU4	0.059215	0.059370	0.059564	2.82	0.47

Media Reposición	Escenario 2.2	Escenario 2.2	Escenario 2.2		
TU1	0.123543	0.124077	0.124697	2.29	0.38
TU2	0.165254	0.166321	0.167563	2.15	0.35
TU3	0.039419	0.039545	0.039700	4.01	0.66
TU4	0.059320	0.059572	0.059882	3.37	0.55

Óptima Reposición	Escenario 2.3	Escenario 2.3	Escenario 2.3		
TU1	0.12353	0.12415	0.12486	2.42	0.40
TU2	0.16523	0.16647	0.16789	2.35	0.39
TU3	0.03937	0.03961	0.03982	4.33	0.71
TU4	0.05921	0.05971	0.06013	3.80	0.62

4.6.4.- Re-evaluación de indicadores de sostenibilidad y riesgo

Una vez establecidos las distintas cantidades presupuestarias a aplicar a lo largo de los seis años de vigencia del PEGA sobre cada uno de los activos, se procede al recálculo tanto del valor patrimonial, como de los indicadores de sostenibilidad de gestión de activos (ASI).

Asimismo, nuevamente se realizan encuestas entre los técnicos responsables para una nueva evaluación del nivel de riesgo esperado tras la ejecución del plan, de tal manera que las actuaciones de conservación y mantenimiento suponen una mejora progresiva en función de la intensidad de las mismas, únicamente en aquellas variables que se pueden ver favorecidas por ellas, mientras que las inversiones de reposición no solo mejoran estas variables, sino que además actúan sobre aquellas otras de naturaleza estructural.

La totalidad de los resultados obtenidos para los distintos ASI y riesgos evaluados durante el periodo de ejecución del PEGA, se detallan en los Anejos nº3 y nº4 respectivamente. En primer lugar, en la Figura 29 se muestra a modo de ejemplo la evolución del valor patrimonial y el valor del ASI para el Activo 1, subelemento obra civil, en el escenario 1.1.

A continuación, en las figuras 30 a 34 mostramos igualmente los resultados obtenidos de ASI y riesgo para el citado Activo nº1, en los distintos escenarios de simulación planteados, mientras que los resultados para el resto de activos se muestran en el Anejo nº4.

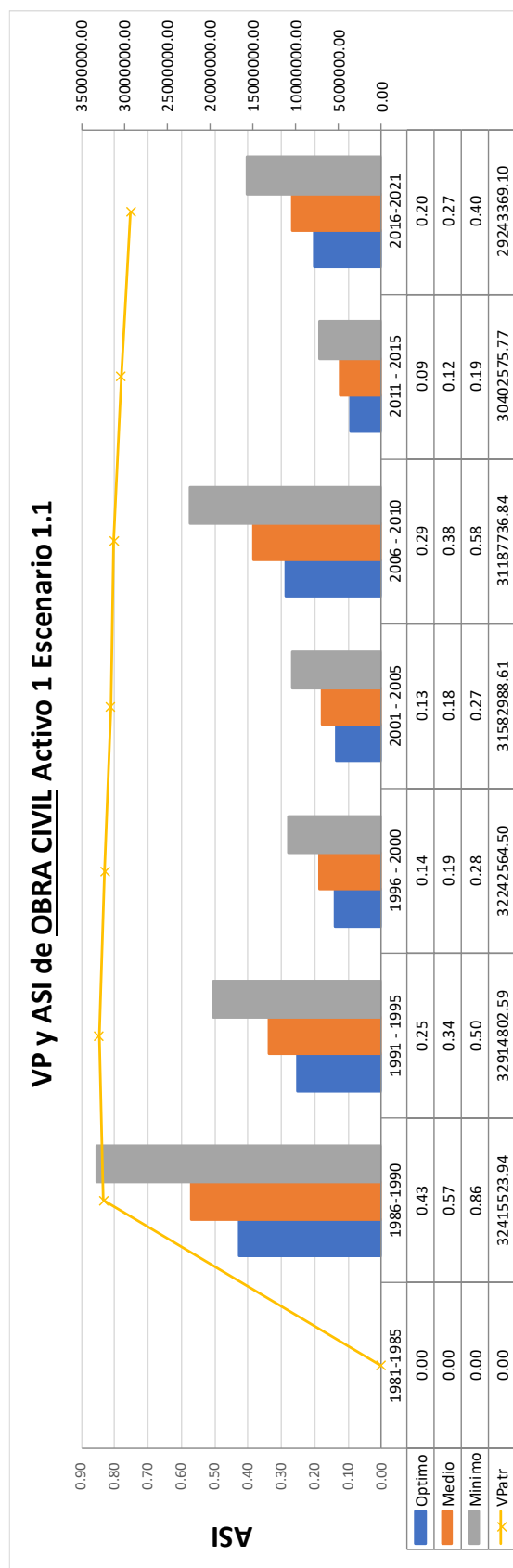


Figura 29 Evolución valor patrimonial y ASI para el activo 1, subelemento obra civil, escenario 1.1.

Tabla 49 Evaluación de los niveles de riesgo esperados asociados a las distintos escenarios.

	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 1	8.05	7.06	7.06	7.06	6.11	5.59
OBRA CIVIL	5.01	4.12	3.63	3.39	3.37	3.13
EL. ELECTROMECAÑICOS	7.07	6.06	6.06	6.06	5.06	5.06
INSTRUMENTACIÓN	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	8.00	7.01	7.01	7.01	6.05	5.35
EDIFICACION	4.03	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02
CAMINOS	3.65	3.65	3.65	3.65	3.19	3.19
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 2	8.05	7.24	7.06	7.04	7.04	7.03
OBRA CIVIL	6.87	6.80	5.80	4.81	5.11	4.16
EL. ELECTROMECAÑICOS	6.61	5.89	5.61	5.57	5.56	5.56
EDIFICACION	4.08	4.08	4.08	4.10	3.10	3.10
CAMINOS	3.95	3.95	3.95	3.95	2.97	2.97
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 3	7.13	6.76	6.23	6.11	6.69	5.74
OBRA CIVIL	6.92	5.91	5.91	5.91	4.91	4.91
EL. ELECTROMECAÑICOS	6.67	6.65	5.65	4.66	6.65	4.70
INSTRUMENTACIÓN	5.61	5.61	5.61	5.61	5.61	5.61
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	4.32	3.98	3.09	2.60	3.98	3.98
EDIFICACION	3.36	3.32	3.32	3.32	2.43	2.43
CAMINOS	4.04	4.04	4.04	4.04	3.06	3.06
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 4	7.37	6.45	6.42	6.41	5.92	5.81
OBRA CIVIL	7.35	6.39	6.39	6.39	5.67	5.43
EL. ELECTROMECAÑICOS	5.96	5.45	4.75	4.52	5.45	5.45
INSTRUMENTACIÓN	4.87	4.86	4.86	4.86	4.86	4.86
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	4.24	3.69	3.68	3.69	3.69	3.69
EDIFICACION	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
CAMINOS	4.46	4.02	4.02	4.02	3.71	3.66
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 6	6.38	5.42	5.41	5.41	4.52	4.50
OBRA CIVIL	3.79	3.79	3.79	3.79	3.64	3.64
EL. ELECTROMECAÑICOS	6.37	5.35	5.35	5.35	4.37	4.37
INSTRUMENTACIÓN	3.65	3.28	3.45	3.45	3.24	3.24
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	4.42	3.65	3.39	3.35	3.37	3.10
EDIFICACION	2.83	2.83	2.83	2.83	2.45	2.45
CAMINOS	4.35	4.35	4.35	4.35	2.66	2.66
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 7	6.33	5.39	5.38	5.38	4.53	4.53
OBRA CIVIL	3.70	3.61	3.61	3.51	3.61	3.61
EL. ELECTROMECAÑICOS	6.33	5.33	5.33	5.33	4.33	4.33
INSTRUMENTACIÓN	4.09	3.51	3.15	3.12	3.51	3.51
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	3.51	3.50	3.09	3.02	3.50	3.50
EDIFICACION	1.04	1.04	1.04	1.04	0.96	0.96
CAMINOS	4.31	4.31	4.31	4.31	3.34	3.34
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 8	6.33	5.38	5.38	5.38	5.12	5.12
OBRA CIVIL	3.61	3.61	3.61	3.61	3.51	3.51
EL. ELECTROMECAÑICOS	6.33	5.33	5.33	5.33	5.05	5.05
INSTRUMENTACIÓN	3.15	3.15	3.15	3.15	2.61	2.61
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	3.51	3.51	3.51	3.51	3.50	3.50
EDIFICACION	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.40
CAMINOS	4.31	4.31	4.31	4.31	4.05	4.05
	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 9	7.06	7.06	7.06	7.06	7.02	7.02
OBRA CIVIL	5.01	5.01	5.01	5.01	5.00	5.00
EL. ELECTROMECAÑICOS	7.05	7.05	7.05	7.05	7.01	7.01
INSTRUMENTACIÓN	4.02	4.02	4.02	4.02	3.15	3.15
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	5.09	5.09	5.09	5.09	5.06	5.06
EDIFICACION	2.40	2.40	2.40	2.40	2.38	2.38
CAMINOS	3.34	3.34	3.34	3.34	3.12	3.12

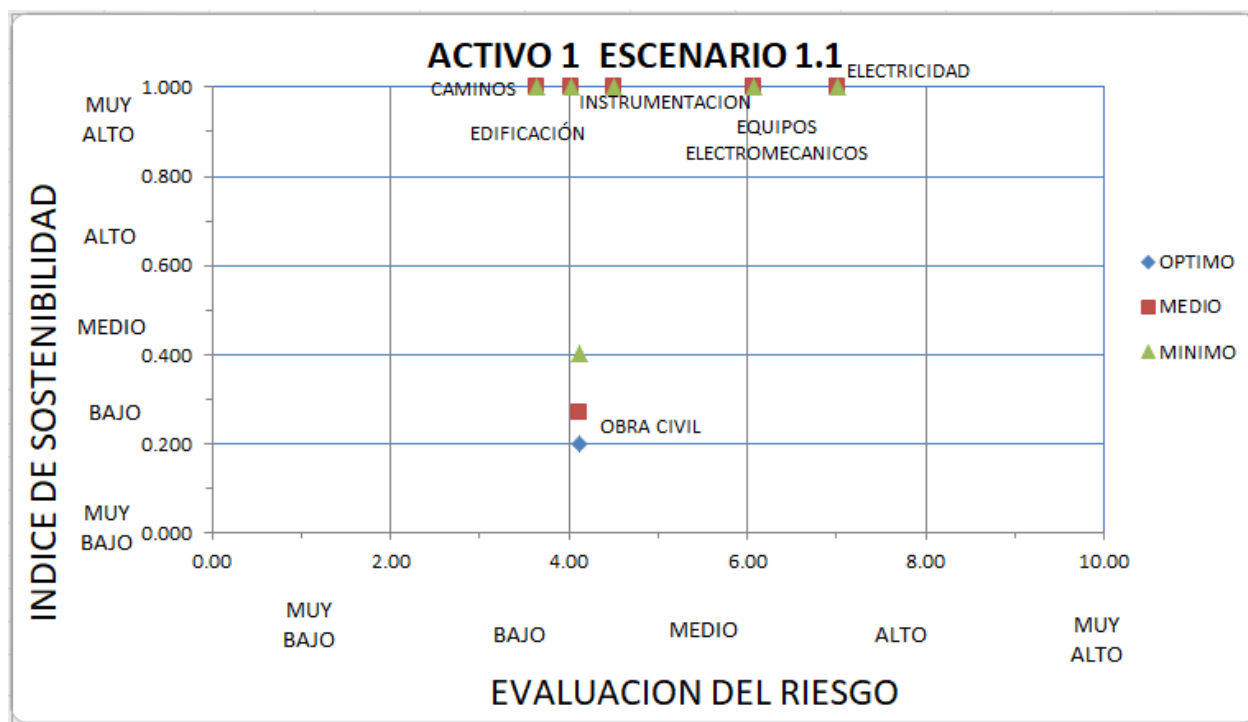


Figura 30 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 1.1

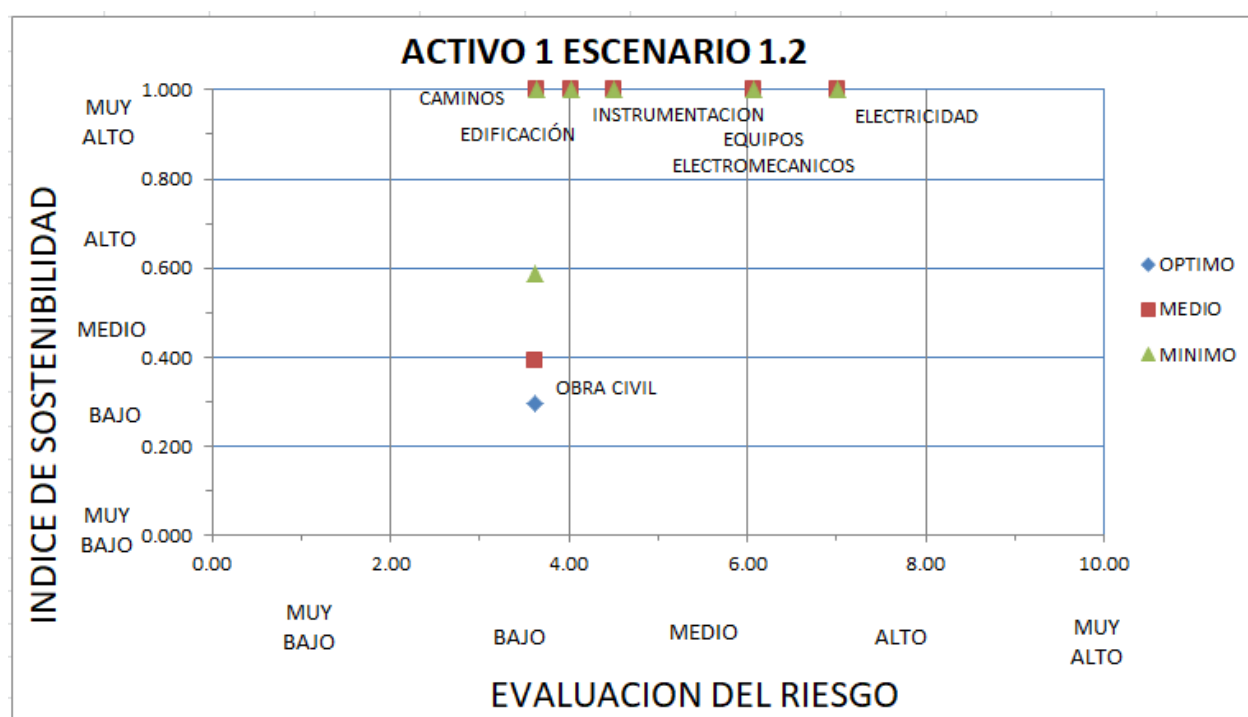


Figura 31 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 1.2

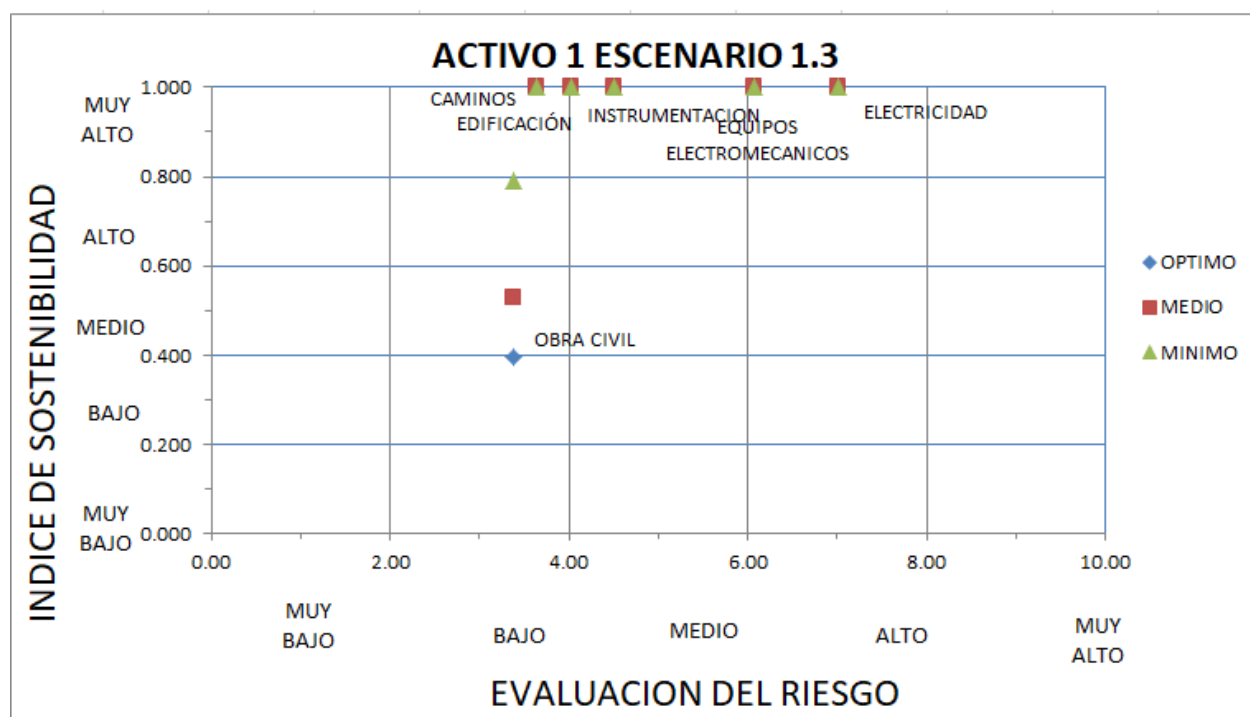


Figura 32 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 1.3

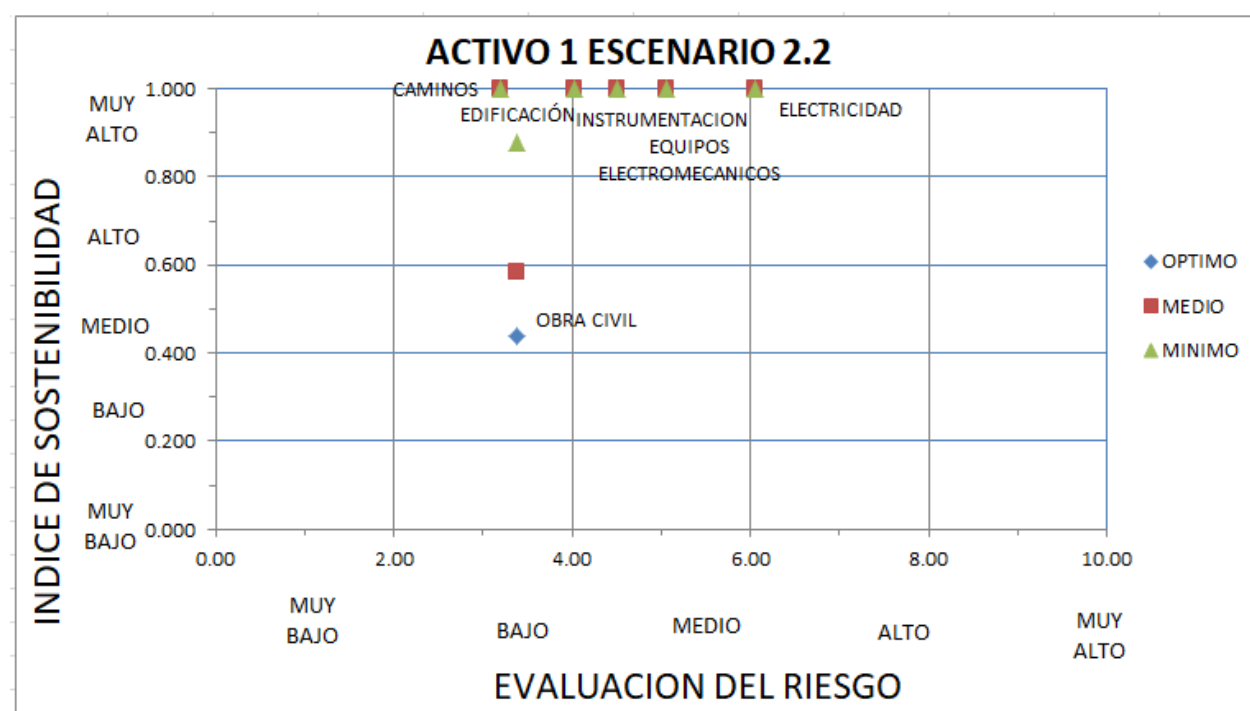


Figura 33 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 2.2

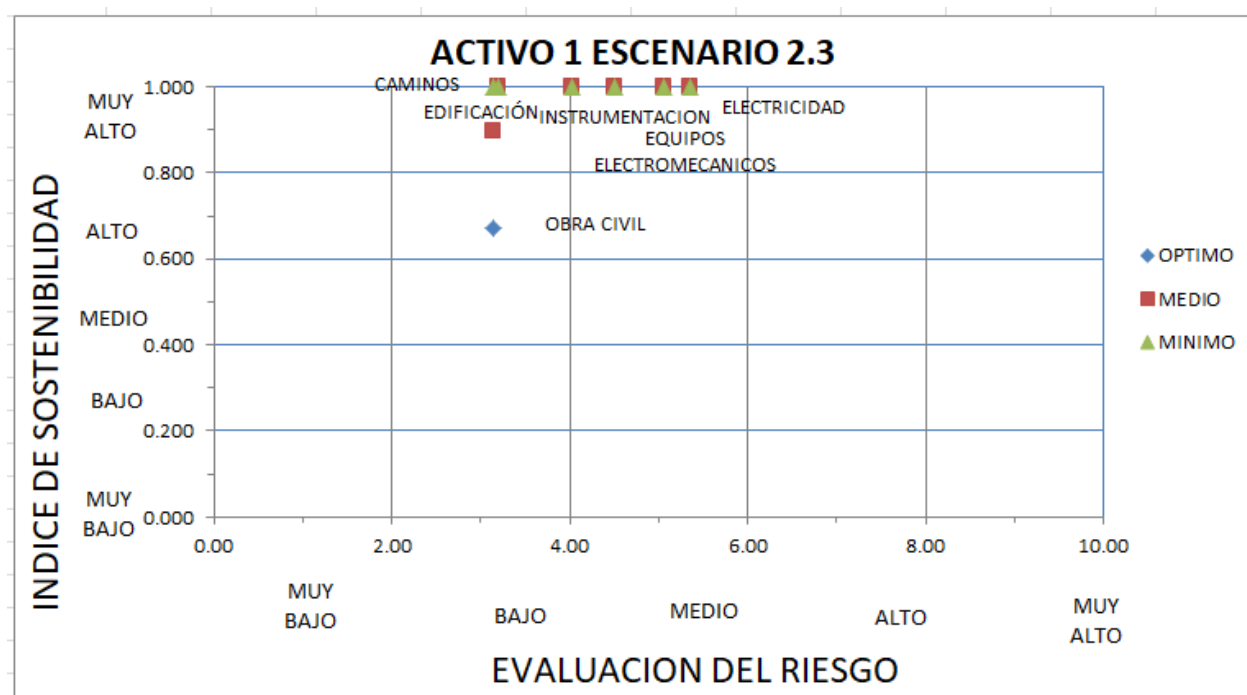


Figura 34 Representación de ASIs y Riesgo del Activo 1 en el escenario 2.3

4.7.- Plan Estratégico de Gestión de Activos

4.7.1.- Discusión e interpretación de los resultados obtenidos

Con relación a los resultados obtenidos en la evaluación del grado de madurez, se desprende que el organismo de cuenca analizado se encontraría en los estadios iniciales de la escala planteada, por lo que la presente Tesis puede aportar mejoras de cara a avanzar hacia las siguientes escalas indicadas.

Una cuestión que la metodología pone de manifiesto es el diferente grado de atención presupuestaria que han tenido los diferentes activos, y dentro de ello, las diferentes tipologías de los mismos.

No obstante, es necesario contextualizar los resultados obtenidos de presumible falta de inversión identificada para algunas tipologías. Debido a la falta de información desglosada por tipologías correspondiente a la primera inversión, se ha recurrido en algunos casos al desglose porcentual de las tipologías que en la bibliografía consultada se hace de determinadas grandes infraestructuras, tales como canales, presas, etc. Estos porcentajes se han obtenido de la publicación que sobre el programa de medidas de los planes hidrológicos realizó el centro de estudios hidrográficos en 2010.

Sin embargo, en aquellos casos en que la información y su desagregación sí que se corresponden adecuadamente con la tipología, como es casi todos los casos de la “obra civil”, se constata una buena correlación de la metodología con la base de datos y con los indicadores posteriormente calculados.

No hay que olvidar que los valores medios del citado estudio fue consecuencia de una encuesta en el que la muestra en algunos casos no era muy amplia, quedando esa categoría caracterizada por las características de los ejemplos analizados.

El exceso de esfuerzo presupuestario proporciona valores de ASI superiores a 1, que se truncan a 1 a efectos de las gráficas, mientras que la falta de inversión prolongada conduce a valores del indicador próximos a 0. Este análisis evidentemente se ha realizado para las diferentes posibilidades de mantenimiento y conservación: mínimo, medio y óptimos, cuyos resultados se discuten a continuación.

El análisis de la información ha puesto de manifiesto que, bajo una actuación con una denominación determinada, que en principio se correspondería con una tipología concreta, se incluyen de hecho partidas de otras tipologías que quedan así “ocultas” frente a la primera, que es con la que se realizó la clasificación, lo que tiene el oportuno reflejo en el indicador ASI, que queda próximo a 0.

Por el contrario, también se ha constatado que cuando se ha realizado una nueva inversión, es decir no una inversión de reposición sino una nueva infraestructura, este

hecho desvirtúa los indicadores posteriormente evaluados, concluyéndose que en ese caso la inversión nueva debe de generar un nuevo activo al cual hacerle el seguimiento de las distintas tipologías en que los hemos desagregado a lo largo de su vida útil y de las posteriores actuaciones de conservación y mantenimiento y/o inversiones de reposición. Esta es la causa fundamental de aquellos indicadores que resultan con un valor anormalmente alto y siempre superior a 1, en el caso del ASI. Por el contrario, en aquellos casos en que la metodología se ha aplicado sobre un activo con una adecuada codificación de las tipologías, en las inversiones realizadas, por ejemplo, en la obra civil, la metodología ha mostrado su validez.

Evidentemente la labor de análisis detallado de la totalidad de la base de datos de seguimiento presupuestaria con que cuenta el organismo de cuenca analizado es inabordable para esta Tesis, pero pone de manifiesto una laguna en la información que resultaría fácilmente subsanable a futuro si en la ficha tipo de la obra una vez finalizada, se reflejase la liquidación desagregando los importes finalmente destinados a las distintas tipologías, que quedarían automáticamente incorporadas a las bases de datos presupuestarias del submodelo A.

Análogamente, se constata que algunas tipologías han agotado su vida útil sin poder determinar que se hayan realizado actuaciones que les hayan proporcionado vida útil “extra” y que, por lo tanto, exigirían una actuación de reposición casi total. En esta línea destacan las tipologías de instrumentación, electricidad y elementos electromecánicos, situación ésta que tiene su reflejo en la encuesta realizada, dónde los técnicos responsables de la explotación han manifestado dicha situación y la alta vulnerabilidad de dichas tipologías, habiéndose constatado incluso averías que han implicado una pérdida total, aunque temporal, del desempeño asignado.

Como ya se ha mostrado previamente, los riesgos estimados son para los distintos activos en la situación de partida (año 2015):

Como quiera que la tarifa se calcula reglamentariamente cada dos años, ello ha dado lugar a tres tarifas para cada uno de los seis casos planteados, cuyo resumen se indicó en la Tabla 48.

La discusión de los resultados confirma lo que ya de alguna manera se intuía a nivel cualitativo, pero ahora cuantificado, es decir, que los incrementos de tarifa se ven aumentados conforme se incrementan las actuaciones de conservación y mantenimiento ordinarias, suavizándose dichos incrementos si se mantienen constantes las mismas, y son las actuaciones de reposición las que se ven incrementadas.

En cualquier caso, los incrementos que se producen para cada uno de los escenarios son aceptables ya que el valor promedio anual de incremento para cada uno de ellos oscila entre el 0,19% para el usuario U2 en el escenario de mínima conservación,

mientras que la máxima se corresponde al 2,0% para el usuario U3 para una óptima conservación. De tal manera que ésta última podría considerarse algo elevada ya que para todo el periodo de aplicación supone una subida del 12,59% en 6 años.

4.7.2.- Selección del escenario de actuación

Con esta información es en el Plan Estratégico de Gestión de Activos donde se concretan las actuaciones a acometer en el plazo de vigencia del mismo (6+6 años), en primera fase únicamente se detallarían para los primeros 6 años el detalle de las actuaciones a realizar, mediante la identificación del activo, tipología y consecuentemente subsistema y sistemas sobre los que se actúa.

Este es el caso del modelo que hemos testeado en el subsistema 5, para ese primer periodo inicial de 6 años.

Tras el análisis de las repercusiones tarifarias, corresponde proceder a reevaluar los ASÍ's y los riesgos en función de las inversiones realizadas y de las nuevas percepciones que los gestores responsables de la explotación tienen, en el supuesto de que se acometan las actuaciones programadas para los distintos escenarios planteados.

A modo de ejemplo se muestra el proceso para determinar el escenario óptimo, en este caso el relativo al Activo 1, subelemento obra civil. Partiendo del escenario inicial del año 2015, se aplican las distintas simulaciones para así obtener las parejas de valores referentes a los ASI y el Riesgo asociado, de acuerdo con la Tabla 50.

Tabla 50 Ejemplo de evolución ASI y Riesgo

A1 OBRA CIVIL	2015	1.1	1.2	1.3	2.2	2.3
ASI OPTIMO	0.09	0.20	0.29	0.40	0.44	0.67
ASI MEDIO	0.12	0.27	0.39	0.53	0.59	0.90
ASI MINIMO	0.19	0.40	0.59	0.79	0.88	1.35
RIESGO	5.31	4.42	3.91	3.55	3.65	3.42

Para evaluar el ASI en cada uno de los escenarios, debemos seleccionar el correspondiente entre el óptimo, el medio y el mínimo según el escenario en el que nos encontremos, debido a la magnitud de las cantidades de conservación y mantenimiento o reposición presupuestadas en el PEGA para dicho periodo y activo.

El criterio para la selección del ASI correspondiente viene determinado por la tabla patrón ya descrita anteriormente en la Tabla 46.

Representando gráficamente la relación entre el ASI medio y el riesgo para cada uno de los escenarios planteados, puede observarse que, para este ejemplo, el escenario

ideal sería el **2.3**, ya que en él nos encontramos con un valor máximo del ASI así como con el valor mínimo de riesgo asociado que conlleva una tarifa plenamente asumible.

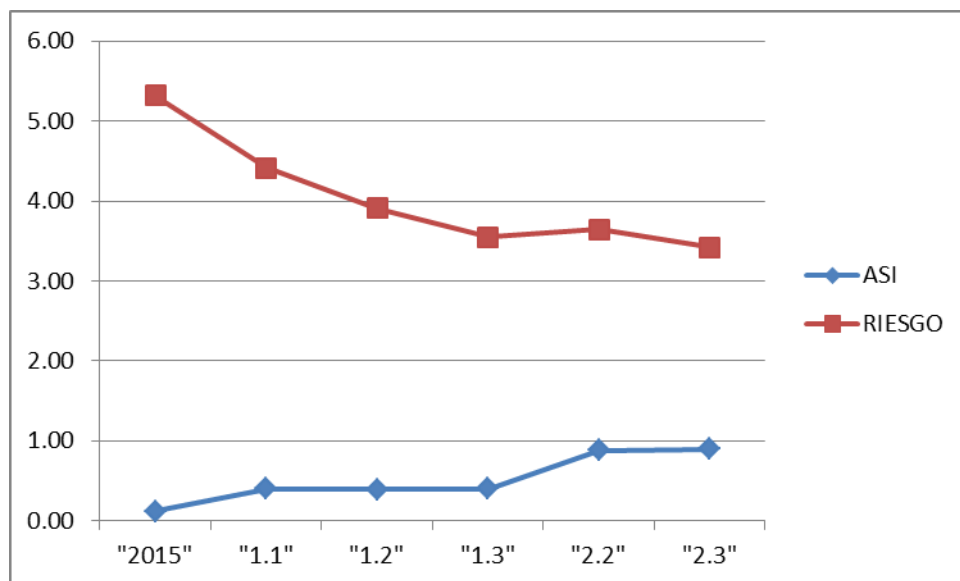


Figura 35 Gráfica ejemplo de evolución ASI y Riesgo

Finalmente resulta sencillo simular con la metodología descrita en la presente Tesis diversos escenarios presupuestarios que consecuentemente conlleven diferentes tarifas, indicadores ASI y evaluaciones de riesgo, constituyéndose como una herramienta soporte a la decisión basado en las metodologías de gestión de activos físicos, que permitirían la definición del Plan Estratégico de Gestión de Activos a acometer en el periodo que se ha establecido.

A la vista de lo anterior, se deduce la efectividad de la metodología a efectos de determinar el nivel de inversión preciso en actuaciones de conservación y mantenimiento e inversión de reposición.

El escenario 2.3 finalmente elegido implica una inversión de reposición para los 6 años de 28 millones de euros, lo que se traduce en una media de 4.66 millones de euros anuales, cifra perfectamente asumible por la administración y por los usuarios, dado el bajo impacto tarifario.

Cuestión distinta es la reflexión que procede realizar en cuanto a la legislación vigente, dado que la parte de la tarifa que se corresponde con la amortización de la inversión, y que se correspondería con un flujo financiero para actuaciones de reposición y conservación y mantenimiento futuro, en realidad es transferida a las CCAA de la cuenca cedente, lo que significa la pérdida de esas cantidades para la adecuada gestión de los activos.

4.8.- Consideraciones sobre la aplicación de la metodología bajo la afección del cambio climático

Llegados a este punto en la metodología expuesta, no podemos concluir sin realizar una reflexión acerca de lo que en relación a lo hasta aquí expuesto suponen los periodos de sequía. Y ello es así porque sería preciso asimismo realizar análisis específicos de lo que supone, tanto desde el punto de vista del organismo de cuenca como de los usuarios la necesidad de “activar” recursos hídricos extraordinarios, que conllevan la necesidad de recursos financieros extraordinarios, y que desde una óptica de la gestión de activos podría aplicársele una metodología específica en lo que a su conservación y mantenimiento hay que realizar en los periodos “intersequías”.

En particular y en la medida de que se dispone de información de los últimos años (2004-2016) que cubrirían dos periodos de ciclos que se pretende establecer (6 años por periodo), y donde la aplicación de esta metodología podría plantear una vía de investigación interesante.

Se exponen a continuación el conjunto de los impactos y las medidas que han sido preciso articular para mitigar los impactos de las sequías en los periodos constatados y que se muestran a continuación:

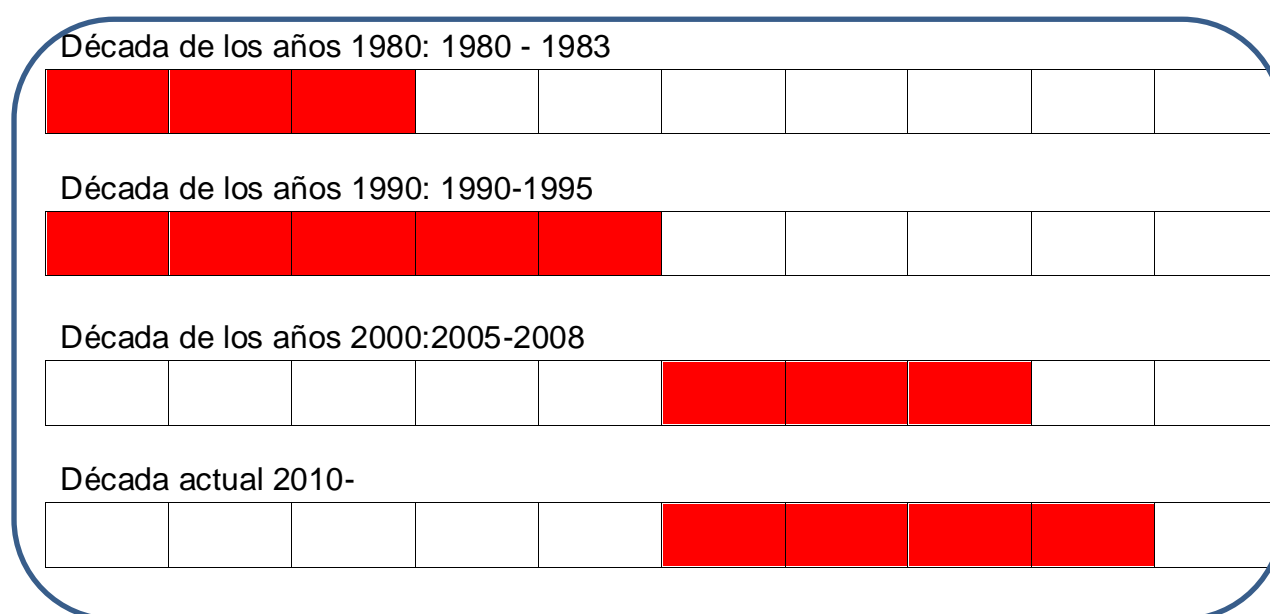


Figura 36 Periodos de sequía

Es decir, un 37.5 % del tiempo de los últimos cuarenta años se gestionan los recursos hídricos bajo este fenómeno meteorológico extremo.

Pasamos a continuación a realizar una descripción de las actuaciones que en esos distintos años ha supuesto la declaración de la sequía, y que de alguna manera se pueden entender como medidas de adaptación al cambio climático y que conllevan importantes movilizaciones presupuestarias.

Periodo 1980-1983

En el regadío, las necesidades de agua se fueron incrementando en esos años consecuencia de la puesta en servicio de las infraestructuras del postravase Tajo Segura, de tal manera que coincidió en el tiempo con un periodo de sequía por lo que el déficit teórico a cubrir con aguas subterráneas adquirió cotas muy altas (triplicando su valor entre los años 1980 y 1983).

Se produjo una grave sobreexplotación de los acuíferos, pues de los 550 hm³ que se extrajeron, más de la mitad eran reservas. Sí que es cierto, que la explotación se produce de forma desigual entre los acuíferos de la cuenca. Es destacable mencionar, desde el punto de vista de correlación con esta Tesis, que se acometieron fuertes inversiones como obras complementarias, sondeos, balsas de regulación de los volúmenes extraídos por los sondeos y en las propias CCRR la instalación de sistemas de riego localizado. Todo ello supuso una movilización de recursos financieros que entonces se podían calificar como extraordinarios, sin que haya quedado constancia desde el punto de vista de la gestión de activos y su valorización, más aún cuando la mayoría de esas infraestructuras fueron cedidas a usuarios, sin participación posterior de la Administración General del Estado.

Económicamente hablando, las pérdidas económicas por la sequía en la Cuenca del Segura para el periodo 1980-1983 asciende según estimaciones realizadas a la cantidad de 128.35 millones de euros. De ellos, el 85,4 % corresponden a cultivos de secano, y el 14,6 % restante a cultivos de regadío. No se apreciaron impactos en el resto de sectores. **Tradicionalmente lo que suponen estos periodos de sequía son una minoración en la actividad recaudadora del organismo, y consecuentemente una minoración de recursos destinados a las labores ordinarias de conservación y mantenimiento de activos.**

En el bienio 1983-84 se autorizaron 309 pozos de sequía en los acuíferos de las Vegas del Segura, casi no explotados hasta el momento, lo que puede dar un orden de magnitud de la problemática generada.

Tabla 51 Extracciones pozos de Sequía años 1983-84

Ubicación	Número de pozos	Bombeos previos (hm3)	Bombeos de Sequía (hm3)	Bombeo Total (hm3)
Vega Alta	85	4	3	7
Vega Media	177	3	3	6
Vega Baja	47	-	-	-

Periodo 1990-1995

Este segundo periodo de sequía lo podemos resumir en cuanto al impacto en los recursos y socioeconómico con los siguientes datos:

Los acuíferos acumulaban una extracción total antes de la sequía del período 1989-1993 de 148 hm3/año, pasando en los años 1993-1995 a ser de 314,20 hm3/año, lo que supone que se ha incrementado la sobreexplotación con respecto al anterior período en unos 166 hm3/año, equivalente a un incremento del 112%, concentrándose los mayores incrementos de la explotación en el Campo de Cartagena, Vega Media y especialmente Vega Alta.

Todo ello conllevó en aquel periodo de sequia

- Explotación de los pozos de sequía por los propios particulares.
- Explotación de pozos por la Confederación Hidrográfica del Segura para incrementar sus recursos propios.
- Inicio de la desalación de aguas marinas
- Pozos de sequía.
- Riegos de socorro o de emergencia.
- Trasvase de caudales extraordinarios desde la Cuenca del Tajo.

Periodo 2005-2008

Impactos Ambientales:

Como acuíferos integrados en planes de sequía, como pozos de reserva de la Confederación Hidrográfica del Segura para tales situaciones, están principalmente el Sinclinal de Calasparra, Vegas Media y Baja del Segura, Vega Alta del Segura, El Molar y determinados acuíferos en la cabecera de la Cuenca, situados aguas arriba de los embalses de regulación, entre ellos el acuífero Mingogil-Villarones.

A lo largo de los periodos de sequía, se ha mantenido la tendencia en las evoluciones piezométricas de los acuíferos, produciéndose en algunos de ellos unos descensos reversibles, inducidos por el bombeo coyuntural en pozos de sequía, no habiéndose detectado afección negativa de estos bombeos de emergencia a los ecosistemas fluviales en las zonas de actuación, ni tampoco a la calidad de las aguas subterráneas.

Impactos socioeconómicos:

Como consecuencia de la escasez de lluvias padecida, la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente declaró de emergencia, y financió íntegramente, una serie de actuaciones que se iniciaron en el año 2005 (Fases I, II y III), y continuaron en los años 2006 (Fases IV y V), 2007 (Fases 2007 y 2007b), 2008 (Fases 2008, 2008b y 2008c) e incluyendo también el 2009.

- Fase I. Ejecución de 14 sondeos en los antiguos meandros del río Segura. Presupuesto: 3.000.000 €.
- Fase II. Actuaciones para paliar los efectos de la sequía en la Cuenca del Segura. Sondeos para Huerta de Murcia y Vegas del Segura y aprovechamiento de aguas depuradas. Presupuesto: 3.800.000 €.
- Fase III: Actuaciones para paliar los efectos de la sequía en la Cuenca del Segura. TT.MM. de Elche de la Sierra y Hellín (Albacete) y T.M. de Ricote (Murcia). Presupuesto: 1.190.000 €
- Fase IV. Construcción, electrificación y explotación de nuevos sondeos. Presupuesto: 8.000.000 €.
- Fase V. Construcción, electrificación y explotación de nuevos sondeos y Conducción de las aguas que discurren por la acequia del Horcajo para su aprovechamiento en riego en el término municipal de Beniel (Murcia). Presupuesto: 4.000.000 €.
- Fase 2007. Sustitución de caudales aportados desde la EDAR de Murcia Este a la Vega Baja y sustitución de sondeos. Presupuesto: 4.000.000 €.
- Fase 2007b. Obras de emergencia para incrementar la disponibilidad de agua en la cuenca del Segura a partir de caudales procedentes de aguas subterráneas. TT.MM. varios (Murcia y Albacete). Presupuesto: 4.000.000 €.
- Fase 2008. Actuaciones de emergencia para incrementar la disponibilidad de agua en la cuenca del Segura a partir de caudales procedentes de aguas subterráneas, regeneradas, ahorro y reducción de pérdidas en canales de transportes. TT.MM. Varios. Presupuesto: 4.000.000 €.
- Fase 2008b. Actuaciones para incrementar la disponibilidad de agua en las vegas del Segura a partir de caudales procedentes de aguas subterráneas mediante sondeos nuevos o preexistentes, ahorro y reducción de pérdidas en canales de transporte. TT.MM. Varios. Presupuesto: 4.000.000 €
- Fase 2008c: Actuaciones para la conservación de la capacidad de desagüe y circulación de pequeños caudales del encauzamiento del río Segura, en el tramo

Contraparada-Desembocadura. TT.MM. Varios (Murcia y Alicante). Presupuesto: 2.500.000 €

El resumen de las inversiones que fueron precisas acometer con la finalidad de paliar los impactos de la sequía ascendieron a 38,49 MM€

Fondos propios del organismo de cuenca:

- Establecimiento de Sistemas de Control y Telemando de la batería de sondeos de la reserva estratégica de la sequía. Presupuesto: 1.725.583 €.
- Reposición y mantenimiento de los pozos de sequía gestionados por la CHS para paliar los efectos de la sequía. Presupuesto: 10.612.982 €.

El total de actuaciones ascendió a 50,80 MM€

Periodo 2015-2019

En estos años se han movilizado recursos de agua adicionales, a través de la incorporación de agua desalada, las ayudas para rebajar su precio y las obras de emergencia para mejorar el suministro, la extracción de agua de pozos de sequía, los intercambios de derechos de agua y el aprovechamiento de los volúmenes de agua remanentes por avenidas de años anteriores.

En el marco del Real Decreto 356/2015, aprobado el 8 de mayo de 2015, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la C.H.S., se han llevado a cabo numerosas medidas tanto para generar infraestructuras como para explotar la BES y generar recursos subterráneos. Posteriormente, tras la publicación del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se prorroga hasta el 30 de septiembre de 2016 la declaración de sequía en las demarcaciones del Júcar y Segura, se han seguido aplicando medidas excepcionales para paliar los efectos de la sequía, que han supuesto nuevas movilizaciones presupuestarias, además de subvenciones en las tarifas:

- Establecimiento de un precio rebajado de 0,30 €/m³ para el agua producida en la desaladora de Torrevieja (Alicante), durante el periodo de octubre de 2015 a septiembre de 2016. Esta medida supuso un total de 30 hm³ aportados al sistema, con un coste para el Ministerio de 6 M€. Asimismo, se decidió una ayuda de 0,10 €/m³ para los regantes usuarios de la desaladora de Valdelentisco (Murcia), durante un plazo de 6 meses, lo que supuso un total de 20 hm³, con un coste para el Ministerio de 2 M€.
- Puesta en marcha de sondeos propios de la C.H.S., incluidos en las obras de acondicionamiento y explotación integral de la batería de pozos en el Sinclinal de Calasparra, por un importe de 0,8 M€.

- Obras de emergencia destinadas a la explotación integral de la batería de pozos y del suministro en las tomas del acuífero del Molar, en el término municipal de Moratalla (Murcia) por importe de 1,16 M€.
- Obras de emergencia destinadas a la explotación integral de la batería de pozos y del suministro en las tomas del acuífero del Molar, en el término municipal de Moratalla (Murcia) por importe de 1,16 M€.
- Obras de emergencia para la ejecución de los trabajos de control de los aprovechamientos e información hidrológica de la situación de sequía declarada en la demarcación hidrográfica del Segura, por importe de 0,41 M€.
- En abril de 2016, el MAGRAMA, a través de la sociedad estatal Aguas de la Cuencas Mediterráneas (ACUAMED), dio luz verde a la firma del convenio con la CR de Mazarrón para el suministro de agua para el regadío procedente de la desaladora de Valdelentisco a esta Comunidad de Regantes. El suministro, sujeto a concesión de uso que otorga la CHS, podría alcanzar un volumen máximo de 8 hm³/año y deberá ser compatible con las demandas de los usuarios actuales de la planta de Valdelentisco.

Asimismo, durante la 2ª prórroga de la situación de sequía declarada en la C.H.S., aprobada por Real Decreto 335/2016, de 23 de septiembre, se han adoptado nuevas medidas para hacer frente a la situación de sequía. Entre ellas se pueden citar las siguientes:

- Obras de emergencia de la conducción de agua desalada de la red de distribución de la planta desalinizadora de Valdelentisco al embalse de Algeciras, en los términos municipales de Alhama de Murcia y Librilla por importe de 5 M€.
- En marzo de 2017, el MAPAMA cedió durante este mes y el siguiente el agua excedente de las desaladoras de San Pedro del Pinatar a los regantes del SCRATS.
- En mayo de 2017, el MAPAMA, a través de la CHS, otorgó al conjunto de usuarios del SCRATS autorización para el suministro de 21 hm³ desde la planta desalinizadora de Torrevieja.
- Aprobación del Real Decreto-Ley 10/2017, de 9 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas (Segura, Júcar y Duero), y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio. Las medidas adoptadas en el citado Real Decreto-Ley son:
 - Exenciones en el canon de regulación y en la cuota de la tarifa
 - Más beneficiarios de las exenciones
 - Moratorias de pagos en toda España
 - Mejora del dominio público hidráulico
 - Apertura de los pozos de los acuíferos del Sinclinal de Calasparra y de la Vega Alta para los usuarios y regantes de Murcia tras superar ambas extracciones la tramitación ambiental correspondiente. De este modo, el Acuífero del Sinclinal permitirá extraer 31,9 hm³/año para abastecimiento y regadío de los regantes del

trasvase, mientras que el acuífero de la Vega Alta (4,5 hm³/año) mejorará el abastecimiento de los usuarios de la MCT. Las extracciones llevadas a cabo por la CHS comenzaron en el mismo mes de junio y aportarán finalmente 30,9 hm³

- Nuevo paso en el proceso para la autorización de extracción de aguas subterráneas en la zona regable del Campo de Cartagena.
- En agosto de 2017, el MAPAMA autorizó obras de emergencia para incrementar el uso de agua desalada en la MCT. Las obras permitirán incrementar el rendimiento y uso de seis desaladoras, con una inversión de 11,5 M€.
- Puesta en marcha 7 de los 15 sondeos de la batería estratégica de la Vega Media, que aportarán un total de 8,7 hm³/año, tras una inversión estatal de 1,5 M€.

Creemos pues, que quedan suficientemente probados los impactos que en la gestión de activos suponen los periodos de sequía que conllevan importantes inversiones presupuestarias de cara a movilizar recursos. Aunque se es consciente de que en el futuro la utilización de aguas subterráneas no va a alcanzar los valores que en el pasado se alcanzaron, debido a las mayores cautelas medioambientales y que las infraestructuras hidráulicas a construir no alcanzaban las cifras que hemos constatado en el pasado no queremos dejar de comentar la importancia intrínseca que puede tener una gestión de activos específica para este subsistema.

Es evidente, a la vista de las cifras anteriormente expuestas que no puede concebirse un Plan Estratégico de Gestión de Activos que no contemple los periodos de sequía en los organismos de cuenca, especialmente de carácter mediterráneo, a la vista de los numerosos años en que se gestiona la cuenca bajo esta circunstancia extraordinaria y dados los elevados recursos financieros que se han de movilizar para mitigar los impactos en los diferentes sectores productivos concernidos y en especial evitando daños medioambientales irreparable

Se debería analizar lo ya dicho, relativo a la doble vertiente de necesidades presupuestarias extraordinarias para los organismos de cuenca de cara a poner en disposición las actuaciones de emergencia en sequía, no solo obra nueva, sino también los costes de explotación (fundamentalmente energía de los sondeos), así como la repercusión que dicho fenómeno extremo intensificado por el cambio climático, produce en las tarifas soportadas por los usuarios, de tal marea que se podría introducir el concepto de tarifa de sequía.

- Índice de estado. Indicadores se manejarían los ya establecidos por los Planes de actuación en situación de alerta y eventual sequía.
- Indicadores de esfuerzo presupuestario adicional.
- Indicadores de incrementos tarifario. Tarifas de sequía.

Conclusión

La importancia de esta reflexión radica en la cada vez mayor frecuencia e intensidad con que los periodos de sequía se presentan en las cuencas mediterráneas en general y la del Segura en particular y que conllevan volúmenes importantes de presupuestos “extraordinarios” que están fuera de toda previsión de una gestión de activos normalizada de acuerdo con estándares internacionales. Sirva este apartado únicamente como un toque de atención del especial análisis que habría que realizar en relación a la gestión de activos físicos a realizar en el marco de este fenómeno, consecuencia del cambio climático, que se prevé cada vez más frecuente y de mayor intensidad.

Capítulo 5. CONCLUSIONES Y APORTACIONES ORIGINALES.

5.1.- Conclusiones.

A la vista del trabajo realizado, entendemos que la toma de decisiones relativas a las actuaciones de conservación y mantenimiento, así como las de inversión de nueva implantación como las de reposición, en los organismos de cuenca, pueden apoyarse en la aplicación de la metodología expuesta, entendida como un primer paso en la implantación de las buenas prácticas explicitadas en las normas existentes de Gestión de Activos.

La citada metodología se ha expuesto en el Capítulo 3, y se ha aplicado en el ejemplo testado en el Capítulo 4. Utiliza los indicadores definidos relativos a la sostenibilidad presupuestaria realizada en el histórico de las bases de datos de los activos manejada, así como la valoración semicuantitativa y cualitativa del riesgo, lo que permite su parametrización bajo ambos criterios, de tal manera que el análisis de la situación inicial proporciona las áreas en las que resulta prioritario realizar las actuaciones citadas.

Una vez determinadas las áreas de actuación, se cuantifican distintos escenarios de inversiones de reposición y actuaciones de mantenimiento y conservación, que dan lugar a nuevos indicadores y que se corresponden con un abanico de diferentes tarifas resultantes, tantas como escenarios planteados. El análisis de los impactos de las citadas nuevas tarifas frente a las existentes proporciona información acerca de la viabilidad/aceptación de las mismas por los usuarios que las han de satisfacer.

La metodología se ha definido debido a las lagunas de información, así como otras debilidades en los históricos de bases de datos consultadas, entre otras:

- Insuficiente desagregación de la información presupuestaria a nivel oficial.
- Inadecuación de la valoración patrimonial contable de los organismos, para ser soporte de una gestión de activos adecuada.
- Necesidad de mejorar la gestión presupuestaria basada en centros de costos, adecuadamente constituidos.
- Necesidad de una planificación plurianual, consecuencia de una metodología común, en la medida de lo posible, para los distintos organismos de cuenca.

Del análisis del estudio realizado, además de la consecuencia previsible a priori, de potenciar las actuaciones de reposición frente a las de conservación y mantenimiento, por su menor impacto tarifario, se constata la necesidad de proceder a dichos programas de reposición plurianuales, dado la corta vida útil que presentan la mayoría de las tipologías de los activos, excluidos la obra civil.

Las dudas que normalmente conciernen a los gestores responsables de las tomas de decisiones, tales como ¿Dónde actuar?, ¿Cuándo actuar?, ¿Grado de mejora/minoración del riesgo obtenido?, ¿Cómo impacta el programa de actuaciones en las tarifas? se ven de alguna manera resueltas con una metodología sencilla en su concepción y susceptible de ser informatizada y consecuentemente generadora en automático de los indicadores que se manejan y que permite finalmente la definición del Plan Estratégico de Gestión de Activos de carácter plurianual.

La simulación de diversos escenarios, gracias a la automatización del proceso de determinación de los ASI y tarifas, favorece el análisis de múltiples alternativas que se pueden adaptar a las capacidades financieras previstas, o incluso definir las necesidades presupuestarias del periodo, determinado en su caso mecanismos de financiación adicionales y evitando de esta manera la descapitalización progresiva que se viene padeciendo en el patrimonio hidráulico.

La metodología permitiría en el futuro comenzar la parametrización cuantitativa del riesgo, al poder definir nuevas bases de datos que almacenen frecuencias de averías y costes de las mismas, generando de manera automática la frecuencia de la avería y sus consecuencias, y por lo tanto el riesgo.

No obstante, por las razones expuestas no se puede automatizar en esta Tesis la parametrización del riesgo, pero si se pueden sentar las estructuras de las bases de datos para poder hacerlo en el futuro en base a las fichas planteadas en las encuestas.

5.2.- Aportaciones originales.

Las principales aportaciones originales de esta Tesis consisten en la definición de cuatro submodelos, en principio independientes y que pueden constituirse como pasos intermedios, que incluso pueden desarrollarse de manera paralela, en la implantación de la metodología y que finalmente se integran en el Plan Estratégico de Gestión de Activos, definidos a partir de la información disponible, de naturaleza principalmente presupuestaria.

La aplicación de la metodología por desagregación en subsistemas de explotación que lleven asociada una tarifa o canon específico, resulta esencial a efectos de permitir el análisis individualizado de los flujos monetarios. Subsistemas que posteriormente pueden ser agregados en otros de nivel superior.

La estructuración de los diferentes activos en una serie de elementos/tipologías que son comunes a todos ellos, y que presentan diferentes valores en cuanto a valor de reposición y vida útil, lo que permite el análisis individualizado, aunque con una metodología común.

El tratamiento de dicha información presupuestaria, mediante una depreciación monetaria y una prolongación en su caso de la vida útil, si bien los procedimientos utilizados pueden ser objeto de revisión al existir un amplio abanico disponible en la bibliografía consultada básicamente de depreciación monetaria.

La definición en los organismos de cuenca, de los indicadores de sostenibilidad (ASI's) y de Riesgo (semicuantitativo mediante encuesta), este último apoyado en el juicio de experto, propuestos en la metodología permite converger hacia el establecimiento y concreción de un Plan Estratégico de Gestión de Activos plurianual, con estimaciones de los incrementos presupuestarios necesarios, e incremento de tarifas sostenibles, determinando las necesidades financieras futuras para cubrir dichos presupuestos.

El análisis de los escenarios movilizados a nivel presupuestario y su consecuencia a nivel de los indicadores definidos, contribuyen a una mejor, o al menos a una mejor informada, toma de decisiones.

5.3.- Futuras líneas de investigación.

La información manejada a lo largo de la presente Tesis, así como las dificultades encontradas que han supuesto el tener que adoptar simplificaciones metodológicas, evidencian la necesidad de profundizar en determinados campos, tanto desde el punto de vista de las tecnologías de la información y bases de datos asociadas, otras desde el punto de vista operacional y/o tácticas y finalmente las correspondientes decisiones estratégicas. En esas líneas, respectivamente, al menos, se podrían considerar las siguientes líneas de investigación:

- El Capítulo 3 ha desarrollado la metodología y ha configurado unas bases de datos simples, a la vista de la información disponible, que puede ser objeto de una mejor y más adecuada estructuración, tanto en lo que concierne al sistema de recopilación de información presupuestaria adaptada a los elementos en que se discretizan los activos, en particular de averías/actuaciones de mantenimiento correctivo, como en las consecuencias que ello conlleva en el desempeño. Esto permitiría poder realizar un tratamiento estadístico de las averías para generar probabilidades de fallo que, asociados a los riesgos, nos puedan definir la vulnerabilidad de los sistemas, pudiendo en ese caso prescindir de la encuesta basada en juicio de experto para valorar los riesgos iniciales y sucesivos. Para lograr este fin sería necesario articular un procedimiento de actualización de las bases de datos, consecuente con las actuaciones presupuestarias que de manera individualizada quedasen, adecuadamente reflejadas por tipologías.

Análogamente, los distintos submodelos definidos en la presente Tesis admiten profundización en la concepción de los diferentes criterios adoptados a lo largo de su desarrollo y que en cierta manera han supuesto una simplificación. Una cuestión interesante sería el análisis de sensibilidad del indicador ASI planteado

frente a diferentes sistemas de depreciación, ya que en la bibliografía consultada se admite que hay una depreciación “suave” a lo largo de los primeros años de vida útil para finalmente “acelerarse” el proceso. Además de esa cuestión relativa a la depreciación, se podría profundizar en la utilización de otros indicadores que caracterizan numéricamente la bondad de las actuaciones de mantenimiento y conservación realizadas en el pasado, como es el Infrastructure Value Index (IVI).

- En el Capítulo 4, aunque solamente lo ha sido a nivel informativo, ha quedado expuesta la conveniencia de un mayor desarrollo y concreción de la metodología propuesta en relación a una mejor adaptación a las sequías como constatación del cambio climático. Se deberían de particularizar los indicadores y las repercusiones financieras que en la gestión de activos se han de realizar en los periodos de sequía (3-4 años de cada 10, en la CH Segura), pudiendo en ese caso replicar la metodología aquí expuesta al sistema independiente que constituye la Batería Estratégica de Sondeos. En dicho sistema, al ser su utilización no permanente, precisa de análisis de situación y riesgo específicos, de actuaciones de conservación permanentes, actuaciones de reposición de activos que, por su naturaleza especialmente eléctrica y electromecánica, suponen una mayor vulnerabilidad. Finalmente debería llevarse a cabo el análisis presupuestario, financiero y tarifario, que de todo ello se deriva en los denominados “periodos de sequía”.
- Desde un punto de vista estratégico, también se podría realizar una investigación que respondiera a las etapas que habría que implementar en los organismos de cuenca, para así alcanzar un alto grado de la implementación de las metodologías de la gestión de activos, de acuerdo a las normas publicadas y los impactos positivos que ello conlleva en la organización. La mínima implementación detectada en los organismos de cuenca, que ha tenido reflejo en el Capítulo 4, aconseja el investigar desde un punto de vista organizativo y presupuestario lo que supondría una hoja de ruta para alcanzar en unos periodos razonables un grado de implementación aceptable, al menos al nivel de competencia en los estándares de las ISO 55000/1/2, y los sobrecostos que ello conlleva comparándolos con los potenciales beneficios conseguidos.

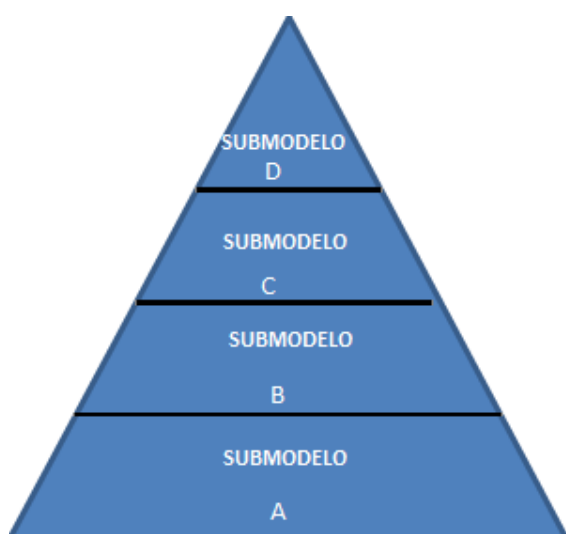
Actualmente el funcionamiento de los organismos de cuenca, caracterizado por su naturaleza administrativa, y una vez excluida su naturaleza de carácter comercial, acarrea una gran dificultad para alcanzar aspectos razonables de eficacia y eficiencia, debido, en parte, al marco legal contractual con el que se rige. Futuros trabajos que explorasen nuevas concepciones organizativas y nuevos marcos regulatorios podrían introducir significativas mejoras en la gestión de los organismos de cuenca.

5.4 Conclusiones finales.

Esta Tesis contribuye a una mejora en el conocimiento que de la Gestión de Activos se realiza en los organismos de cuenca, al haber detectado en parte las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en el desarrollo de los submodelos que se proponen.

Finalmente, el modelo resultante de la combinación de los cuatro submodelos proporciona mejoras en los diferentes campos que la Gestión de Activos preconiza, a saber: bases de datos, indicadores, riesgo y cuestiones presupuestarias, de tal manera que se ha podido evaluar la mejora del grado de madurez que la organización que ha sido objeto de esta modelación tendría como consecuencia de implementar la metodología propuesta.

Los diferentes componentes de la modelación propuesta en la presente Tesis, quedan reflejados en la figura siguiente, en la que se incluye una síntesis de las mejoras que conllevan.



Submodelo D. Finalmente se simulan diferentes escenarios presupuestarios en cuanto a conservación y mantenimiento, inversiones de reposición, y las tarifas futuras que ello conllevaría y los nuevos indicadores que supondrían, facilitando la toma de decisiones por los gestores.

Submodelo C. Se determina, parametrizando, el riesgo inherente a los activos, lo que aporta un mejor conocimiento de la vulnerabilidad de los mismos.

Submodelo B. Se determinan los indicadores presupuestarios, proporcionando una información del estado de los activos desde el punto de vista de su sostenibilidad en cuanto a la conservación y al mantenimiento.

Submodelo A. Se confecciona una base de datos, que permite la determinación de la valoración patrimonial y la vida útil de los activos

Figura 37 Pirámide de distribución de los distintos submodelos

En la línea de lo especificado en numerosas bibliografías, y en particular por el U.S Army Corps of Engineers (USACE) y el Institute for Water Resources en su publicación “Best Practices in Asset Management”, la presente Tesis ha pretendido avanzar en las etapas que en dicha publicación se marcan como posible hoja de ruta, en un proceso de implementación de la gestión de activos:

- Desarrollar un sistema de Gestión de Activos usando los datos existentes para una mejor toma de decisiones.
- Desarrollar una metodología comprensible como Implementación de Buenas Prácticas.
- Pretender ampliar la implementación de la Buenas Prácticas al mayor número de áreas de la organización.

Aunque se es consciente de que la implantación en otros sectores está mucho más avanzada que en el sector público del agua en alta o red primaria, creemos que los organismos de cuenca se encuentran en una situación para impulsar en el sector las metodologías normalizadas de gestión de activos, dado que las infraestructuras hidráulicas que gestionan los organismos de cuenca representan un ingente patrimonio hidráulico, de un enorme valor estratégico, fruto del esfuerzo de generaciones pasadas y que debemos trasladar a las generaciones futuras, al menos en mejor estado de cómo se nos han sido entregadas.

Como síntesis, indicar que la presente Tesis, desarrollada al final de una etapa profesional, con las ventajas e inconvenientes que ello conlleva, pretende aportar una metodología susceptible de ser implantada y que serviría como herramienta soporte a la toma de decisiones, cuestión última a la que nos enfrentamos los ingenieros en nuestra actividad profesional.

El ICCP Autor de la Tesis Doctoral

Mario Andrés Urrea Mallebrera

Capítulo 6. Referencias.

Alegre, H; Vitorino, D; Coelho,S. Infrastructure Values Index: A powerful modelling tool for combined log-term planning of linear and vertical assets. *Procedia Engineering* 89 (2014) 1428-1436.

Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Metodología para valorar el estado de la obra pública en España. Propuesta de índices cuantitativos del sector del ciclo del agua. V03. (2018)

Balston, Jacquelin; Li, Steven y otros. Quantifying the financial impact of climate change on australian Local Government Roads. www.mdpi.com/journal/Infrastructures. 2017.

Beale, D.J; Marlow, D.R; Cooj, S. Estimating the cost and carbon impact of a long term water main rehabilitation strategy. *Water Resource management* (2013) 27 : 3899-3910

Benito López, Bernardino. Montesinos Julve, Vicente. Análisis de la financiación ¿privada? de infraestructuras. 2003.

Bianchi, Robert J; Bornholt, Graham y otros. Long term U.S infrastructures returns and portfolio selection. *Journal of banking and finance* 42 (2014) 314-325.

Caballero López, Javier. CoTutores: Luis Altarejos García, Mario Urrea Mallebrera. Indicadores de condición de gestión de activos físicos. Aplicación a grandes infraestructuras hidráulicas operadas por un organismo de cuenca. TFM .UPCT (2019)

Carmona, Aroca, Javier; CoTutores: Altarejos García, Luis; Urrea Mallebrera, Mario. La gestión de la infraestructuras del agua: revisión de indicadores clave del desempeño en el marco de la gestión de activos (TFG).UPCT 2017.

Collado López, Bartolomé; CoTutores:Altarejos Garcia, Luis; Urrea Mallebrera, Mario. La gestión de activos en la gestión de infraestructuras hidráulicas. Propuestas metodológicas para un organismo de gestión en alta (TFG). UPCT 2017.

Cowe Falls, Lynne; Haas, Ralph; Tighe, Susan. A comparison of Asset Valuation Methods for Civil Infrastructure.2004 Annual Conference of the transportation Association of Canada. Quebec.

CPA Australia Ltd. (2012). Guide to valuation and depreciation under the international accounting standards for the Public sector. (Draft).

David, Robert. Institute of Asset Management. An introduction to Asset Management. ISBN 978-0-9571508-3-6.

Davis, P; Sullivan, E; Marlow.D; Marney, D. A selection framework for infrastructure condition monitoring technologies in water and wastewater networks. *Expert systems with applications* 40 (2013) 1947-1958.

Dlamini, D. Improving Water Asset management when data are sparse. Cranfield University. Thesis PhD (2013).

El-Akruti, Khaled; Dwight, Richard; Zhang, Thieling. The strategic role of engineering asset management. Int. J. Production Economics 146 (2013) 227-239.

Espín Leal, Pablo; Alcaraz Aparicio, Manuel. Gestión de activos. Sistemas de gestión integral para empresas abastecimiento de agua. (TFG) UPCT. 2014.

Firth, L; Boersma, K et al (1999) Infrastructure concepts and classifications: A framework for scenario analysis of infrastructures in an economic perspective. In M.P.C Weijnen & E.F. ten Heuvelhof (Eds), The infrastructures playing field in 2030 (pp. 21-40). Delft University Press

Grimsey, D; Lewis, M.K (2004) Public Private partnerships. Accounting Forum, 26 (3), 245-270.

Haas, Ralph, W. Ronald Hudson y John Zaniewski "Modern pavement Management". Kneeger Publishing Company, Malabar.1994.

Hassan, Jakiul; Khan, Faisal. Risk based asset integrity indicators. Journal of loss prevention in the process industries 25 (2012) 544-554.

Humplick and Paterson. 1994. Framework of performance Indicators for Managing Road Infrastructure and Pavements". 3rd International Conference on managing pavements, San Antonio.

Institute of Asset Management (2015). Asset Management - An anatomy.

Institute of Asset Management (2015). Asset Management Maturity. Scale and Guidance.

Institute of Asset Management (2014). The Asset Management Landscape. Second edition.

Institute for Water Resources (2013). Best practices in Asset Management. IWR-US Army Corps of Engineers.

Johansen N.B, Jacobsen C y otros. Risk assesment of sewer systems. Kovenhavns Energi. Orestads Boulevard 35, 2300. Copenhagen. 2007.

Kabir, Golam; Tesfamariam, Solomon. Evaluating risk of water mains failure using a Bayesian belief network model. European Journal of operational research 240 (2015) 220-234.

Korving, H; Langeveld J.G y otros. Uniform registration of failures in wastewater systems (SUF-SAS). Novatech 2007. 957-964.

Ley 2/2015, de 30 de marzo, de desindexación de la economía española.

Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria.

Ley 52/80, de 16 de octubre, de la regulación del régimen económico de la explotación del Acueducto Tajo-Segura.

Ley 6/1997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado.

Ley 8/2011, de 28 de abril, por el que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas.

Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

Maestu, Josefina; del Villar, Alberto. El análisis económico en la Directiva Marco del Agua y su papel en el proceso de planificación hidrológica. Revista Ingeniería y territorio. CICCIP. Nº80. 2007.

Martin Morales, Juan. Análisis de la recuperación de inversiones de la Dirección general del agua a través del canon de regulación y las tarifas de utilización del agua. MAGRAMA. (2011)

McKinsey Center for Government. Beyond budgeting: Capturing value from the government's asset portfolio. (2014)

Marlow, David R; Moglia, Magnus y otros. Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. Water research 47 (2013) 7150-7161.

Morimoto, Risako. Estimating the benefits of effectively and proactively maintaining infrastructures with the innovative Smart Infrastructure sensor system. Socio-Economic Planning Sciences 44 (2010). 247-257.

New Mexico Environmental Finance Center. (2006) Asset Management: A guide for water and wastewater Systems.

Norma Internacional ISO:55000:2014 (E). Primera Edición 15-01-2014. Gestión de Activos. Visión general, principios y terminología.

Norma Internacional ISO:55001:2014 (E). Primera Edición 15-01-2014. Gestión de Activos. Sistemas de Gestión-Requisitos.

Norma Internacional ISO:55002:2014 (E). Primera Edición 15-01-2014. Gestión de Activos. Directrices para la aplicación de la Norma ISO 55001.

OECD. Asset management for the roads sector transport. Organisation for economic Cooperation and development. The asset management landscape. Second Edition. Global Forum on maintenance and asset management. ISBN 978-0-981799-2-0. (2001)

Rahim, Yousif; Refsdal, Ingbjorn y otros. The 5C model: A new approach to asset integrity management. International Journal of pressure vessels and piping 87 (2010) 88-93.

Real Decreto 335/2016, de 23 de septiembre, 2ª prórroga de la situación de sequía declarada en la C.H.S.

Real Decreto 356/2015, aprobado el pasado 8 de mayo de 2015, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la C.H.S.

Real Decreto 704/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el reglamento de protección de infraestructuras críticas.

Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se prorroga hasta el 30 de septiembre de 2016 la declaración de sequía en las demarcaciones del Júcar y Segura.

Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del dominio público hidráulico.

Real Decreto 925/1989, de 21 de julio, que constituye el Organismo de cuenca Confederación Hidrográfica del Segura.

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de aguas y sus normas de desarrollo.

Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales.

Real Decreto-Ley 6/2015, de 14 de mayo, por el que se modifica la Ley 55/2007, de 28 de diciembre, del Cine, se conceden varios créditos extraordinarios y suplementos de créditos en el presupuesto del Estado y se adoptan otras medidas de carácter tributario.

Real Decreto-Ley 10/2017, de 9 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas (Segura, Júcar y Duero).

Rehan, R; Knight, M.A y otros. Application of system dynamics for developing financially self-sustaining management policies for water and wastewater systems. Water research 45 (2011) 4737-4750.

Rehan, R; Knight, M.A y otros. Financially sustainable management strategies for urban wastewater collection infrastructure-development of a system dynamics model. Tunnelling and underground Space Technology 39 (2014) 116-129.

Renaud, E; Le Gat, Y; Poulton, M. Using a break prediction model for drinking water networks asset management: from research to practice (2012).

- Ruitenburg, R.J. Asset life cycle management. PhD Research Project. 2013-2017.
- Ruitenburg, Richard J; Braaksma, A.J.J. A multidisciplinary, expert-based approach for the identification of lifetime impacts in Asset life cycle management. 2014.
- Salman, Alaa. Reliability-Based Management of Water Distribution Networks.. Concordia University. Montreal, Quebec, Canada. Thesis PhD (2011).
- Schneider Joachim, Gaul Armin J y otros. Asset management techniques. Electrical Power and energy systems 28 (2006) 643-654.
- Stern, Jon; Mirrlees-Black, Jonathan. A frame work for valuing water in England and Wales. Utilities Policy 23 (2012) 13-30.
- Scholten, Lisa; Scheidegger, Andreas y otros. Strategic rehabilitation planning of piped water networks using multicriteria decision analysis. Water research 49 (2014) 124-143.
- Shahata, Khaled Farouk. Decision Support Framework for Integrated Asset Management of Major Municipal Infrastructure. University of Concordia. Canada. Thesis PhD (2013).
- Too, Erik G; Capabilities for Strategic Infrastructure Asset Management. Queensland University of Technology. Thesis PhD (2009).
- Uddin, Waheed; Ronald Hudson, W; Haas, Ralph (1997, 2013). Public Infrastructures Asset Management. Mac GrawHill Education. ISBN 978-0-07-182011-0.
- US. Department of transportation. Federal Highway administration (2015). Financial Planning for transportation Asset management. An overview. Report 1.
- US. Department of transportation. Federal Highway administration (2015) . Components of a financial Plan. Report 2.
- US. Department of transportation. Federal Highway administration (2015). Integrating Financial Plans into Planning, Programming and Budgeting processes. Report 3.
- US. Department of transportation. Federal Highway administration (2015). Asset Sustainability Index: A proposed Measure for Long-Term Performance. Report 4
- UK. Roads Liasion Group. HMEP (Highway Maintenance Efficiency programme) (2013) Highway Infrastructure Asset Management. Guidance Document.
- Valencia, Vhance V; Colombi, John M y otros. Asset Management: A system perspective. Proceedings of the 2011 Industrial Engineering Research Conference.
- Van der Mandele, M; Walker, W & Bexelius, S (2006). Policy development for infrastructure networks: Concepts and ideas. Journal of Infrastructure Systems, 12 (2), 69-76

Ward, Ben. Integrated Asset Management Systems for Water Infrastructure. University of Exeter. Thesis PhD (2015).

Watercare Services Limited. Asset Management Plan (2011). Period 2012-2022.

Worm, J.M; Van Harten, A. model based decision support for planning of road maintenance. Reliability engineering and system safety 51 (1996) 305-316.

Younis, Rizwan; Knight, Mark A. development and implementation of an asset management framework for wastewater collection networks. Tunnelling and underground space technology 39 (2014) 130-143.

ANEJOS

ANEJO Nº1

**METODOLOGÍA CÁLCULO CÁNONES Y TARIFAS SEGÚN EL REGIMEN ECONÓMICO
FINANCIERO VIGENTE.**

Actualmente, en España, el régimen económico financiero de aplicación para la confección de cánones y tarifas de utilización de aguas, viene especificado en el Real Decreto Legislativo 1/2001 de la Ley de Aguas y en el Real Decreto 849/1986 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico. De tal manera que en este apartado, vamos a describir las metodologías aplicadas en las legislaciones vigentes.

La concreción de la metodología general que a continuación se expone, conlleva en la práctica a la confección de complejas tarifas, con resultados de diferentes cuantías no solo a nivel del territorio nacional sino también entre distintos usuarios del mismo organismo de cuenca.

Real Decreto Legislativo 1/2001 de la Ley de Aguas

Con respecto a la Ley de Aguas, los artículos relativos al régimen económico financiero se desarrollan en el *Título VI del régimen económico-financiero de la utilización del dominio público hidráulico* que abarca los artículos del 111bis al 115.

El **Artículo 111bis - Principios generales.** Se establecen las obligaciones de las Administraciones Públicas competentes en la acción de recuperación de costes, mediante la confección y recaudación de unas exacciones que promuevan un uso eficiente del agua con objetivos medioambientales, de acuerdo con el espíritu de la Directiva Marco del Agua, teniendo en cuenta las consecuencias sociales, ambientales y económicas. En teoría y de acuerdo con lo anterior, en ningún momento se acometerán actuaciones que conlleven comprometer ni los fines ni el logro de los objetivos ambientales correspondientes.

Al igual que para las Administraciones Públicas, también quedan definidas las obligaciones y deberes de los usuarios que solicitan la utilización del D.P.H. en el **Artículo 112 - Canon de utilización de los bienes del dominio público hidráulico.** Donde se transmite la obligación de un canon de utilización de bienes del dominio público hidráulico, destinada a la protección y mejora de dicho dominio. Además, se explican los supuestos para la base imponible de exacción, establecidos por el propio organismo de cuenca en función de los terrenos del dominio público hidráulico ocupados, en el caso de utilización del dominio público hidráulico en valor de utilización o beneficio obtenido, y en el caso de aprovechamiento de bienes del dominio público hidráulico en valor de utilización o beneficio obtenido.

El tipo de gravamen anual será del cinco por ciento (5%) en los supuestos previstos en los casos de ocupación de terreno de dominio público hidráulico o en el caso de utilización del mismo dominio; siendo del cien por ciento en el supuesto de aprovechamiento del bien.

Curiosamente, el ámbito del presente artículo no considera el propio recurso hídrico como susceptible de gravamen directo por su utilización, excepto lo indicado en el artículo siguiente.

En el caso del **Artículo 112 bis. Canon por utilización de las aguas continentales para la producción de energía eléctrica**. Quedan plasmadas todas las características de las concesiones de uso del agua y las excepciones que libran de exacción de canon, los porcentajes de reducción del canon en el caso de instalaciones hidroeléctricas según su potencia y, por último, queda definida la gestión y recaudación del canon por parte del organismo de cuenca competente o bien a la Administración Tributaria del Estado.

Quede por lo tanto reseñado el complejo cuerpo legislativo que definen los cánones y tarifas, dentro de los cuales se contempla la partida de “previsto de los gastos de funcionamiento y conservación de las obras hidráulicas”, lo que entronca directamente con la Gestión de los Activos Físicos (GAF).

Ya para el detalle de la confección de las citadas exacciones, pasamos a indicar lo que se refleja en el reglamento que desarrolla la citada Ley.

Real Decreto 849/1986 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico

Se corresponde el articulado con lo indicado en el **Título IV del régimen económico-financiero de la utilización del dominio público hidráulico**; y más exactamente en el **Capítulo III - Canon de regulación y tarifas**.

En relación a la organización del articulado que vamos a analizar y comentar, del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, cabe señalar que dentro del capítulo III de cánones de regulación y tarifas, de nuestro interés, hay artículos que al principio del capítulo hacen referencia al canon de regulación (Artículo 296 – Artículo 303), los siete artículos siguientes a las tarifas (Artículo 304 – Artículo 310) y finalmente los dos últimos artículos son comunes a cánones y tarifas (Artículo 311 – Artículo 312). A continuación, se procede a describir, analizar y comentar los artículos de interés ya mencionados del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, para mostrar todos los aspectos importantes y de utilidad para este trabajo final de grado. Para comenzar, se va a utilizar el primer grupo de artículos que hacen referencia al canon de regulación que designan beneficiados, servicios que competen y el fin del canon.

En el **artículo 296**, como primer artículo de este **“Capítulo III de Canon de regulación y tarifas”** se habla de la obligación, por parte de los beneficiados de la regulación del recurso de agua, de un canon de compensación ante la aportación del Estado y *para atender tareas de explotación y conservación*. Este aspecto, como resaltaremos posteriormente, entronca de manera directa con la gestión de activos.

Por otro lado, las obras específicas realizadas íntegramente por el Estado deberán de recibir compensaciones económicas por parte de los beneficiados, vía tarifa igualmente y para los mismos fines que los anteriores, por la disponibilidad o uso del agua. Son las denominadas Tarifas de Utilización de Aguas (TUA).

Lógicamente, la cuantía de cada una de las exacciones se fijará teniendo en cuenta la amortización técnica de las obras e instalaciones correspondientes, junto con la depreciación de la moneda; aparte de los criterios de racionalización del uso del agua, equidad de obligaciones y autofinanciación para la distribución individual de dichos importes. Y todo ésto gestionado y recaudado en nombre del Estado español por los organismos de cuenca pertinentes.

Continuamos con los **Artículo 297** y **Artículo 298**, en los que queda referido el concepto de «canon de regulación» al igual que el objetivo de su aplicación en las diferentes acciones de mejoras, conservación y mantenimiento, en los activos e infraestructuras que utilicen los caudales de los que resulten beneficiados determinados usuarios por su regulación. Este concepto de beneficio de la regulación, será otro de los aspectos relevantes para su comentario posterior.

Por otro lado, queda constatada que la obligación de satisfacer el canon tendrá carácter periódico y de manera anual, tomándose como inicio el momento en el que los servicios mejoran o toman cierto beneficio de los usos o bienes afectados, ya sea de manera directa o indirecta, según consta en el Reglamento.

Pasamos al siguiente **Artículo 299**, donde quedan establecidos los obligados al pago del canon de regulación beneficiados por la regulación de manera directa o indirecta. Descrita manera directa, como beneficiado por poseer toma directa a un recurso superficial de almacenaje o aguas debajo de él de manera indirecta como concesionarios de aguas subterráneas reguladas.

Llegado hasta este punto, quedan enumerados y descritos los artículos que establecen obligaciones, usos competentes de este reglamento y designa sobre quienes caen estas obligaciones nombradas. Tras esto, a continuación, se nombran artículos que entran mucho más en cálculos y componen el resto de artículos que aluden a los cánones de regulación.

Continuamos de esta forma con el **Artículo 300** donde quedan reflejados los cálculos que deben de realizarse y posteriormente sumarse para cada ejercicio presupuestario, con arreglo siempre a unos determinados criterios y porcentajes a aplicar. En función del período total de amortización de una determinada obra o infraestructura de regulación (fijado en 50 años), durará este mismo período de obligación de exacción correspondiente a un apartado c) del 4% de la inversión realizada por el Estado.

Se habla también de una base imponible que se obtiene restando de la inversión total la amortización técnica lineal durante dicho período, lo que se traduce en la siguiente expresión y debiéndose actualizar cada año en base a los incrementos monetarios experimentados cada año (6%):

$$\text{Base imponible del año } n = \frac{50 - n + 1}{50} \cdot \text{Inversión total}$$

Además, para las obras de regulación de aguas superficiales o subterráneas con régimen económico de costes regulado por la normativa anterior a la Ley de Aguas, el período pendiente de pago será el resultante del régimen fijado en su día para la financiación de las obras. Por otro lado, las anualidades restantes estarán sujetas a una actualización porcentual acumulativa a partir de la entrada en vigor de la Ley de Aguas, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Valor actualizado de la anualidad} = A \left(1 + \frac{(\text{Interés legal} - 6) - b}{100} \right)$$

Dónde;

A = Anualidad que resultaría del régimen de financiación anterior fijado en su día para las obras

b = El porcentaje de amortización técnica, cuyo valor se fija en 4.

Y sin que en ningún caso el valor actualizado pueda ser inferior a la anualidad que resultaría del régimen de financiación anterior.

En el siguiente **Artículo 301** se tratan aspectos y porciones del artículo anterior, expresándose las consiguientes aplicaciones totales de las cantidades repartidas entre la totalidad de usuarios o beneficiarios actuales obligados; o si hubiera propuesta de servicio transitoria, adoptar un régimen transitorio también a ello. Lógicamente, los citados repartos se harán en función del porcentaje de participación con respecto a consumo.

Para el caso del **Artículo 302**, se expone que es el organismo de cuenca el encargado de establecer los cánones de regulación correspondientes a cada ejercicio para sus obras a cargo, de tal manera que son sometidas a información pública por un plazo de quince días en el «Boletín Oficial», por supuesto, para que se puedan efectuar las reclamaciones que procedan. Además, en el siguiente **Artículo 303** se explica a partir de qué momento se puede realizar el cobro del canon de regulación y la aplicación de un canon provisional en el caso de retrasos debidos a la tramitación.

Una vez explicados los artículos que hacen referencia al canon de regulación, se procede al turno de la tarifa de utilización, donde al igual que en el caso de los cánones se describen todos los artículos para finalmente, llegar a una conclusión global de esta normativa.

Con estos **Artículo 304**, **Artículo 305** y **Artículo 306**; se aclaran conceptos sobre la «tarifa de utilización del agua» en cuanto al servicio al que se compromete el reglamento y los casos de fallo excluidos de su exacción, ya sea por fallo en el suministro, sequías o causa de fuerza mayor. Por otro lado, queda claro, como en el caso del canon de regulación, que la tarifa tiene carácter periódico y anual y nace en el momento de utilizarse las instalaciones y obras específicas, y utilizar el suministro. Además, por último, se habla de la obligación de esta tarifa por parte de personas

naturales, jurídicas y demás Entidades titulares, ya que se trata de obras hidráulicas específicas de uso.

El **Artículo 307** es el encargado, dentro del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, de calcular las cuantías de tarifas de utilización en base a diferentes cuantías que deberán de sumarse. De igual modo que en el caso del cálculo de un canon, entre las partes de su composición está el total previsto de los gastos de funcionamiento y conservación de las obras hidráulicas específicas, los gastos de administración del Organismo gestor imputables a las obras de que se trate y por último el cuatro por ciento de las inversiones realizadas por el Estado, siendo incluidas diferentes partidas incluidas en el reglamento.

De igual modo se hace constancia del procedimiento de cálculo de las anualidades para hacer frente a la amortización técnica de las obras correspondientes al cuatro por ciento (4%) anteriormente nombrado, fijándose de este modo en veinticinco anualidades. Además, en cuanto a la determinación de la parte no amortizada de la inversión se concretará suponiendo una depreciación lineal en el periodo de amortización, según la fórmula:

$$\text{Base imponible del año } n = \frac{25 - n + 1}{25} \times \text{Base imponible inicial}$$

La actualización de valor de las inversiones se determinará incrementando cada año la base imponible, calculada de la forma establecida. En el caso de las obras hidráulicas específicas realizadas íntegramente a cargo del Estado, reguladas por la normativa anterior a la Ley de Aguas, el período pendiente de pago será el resultante del régimen fijado en su día para la financiación de las obras. Las anualidades restantes después de la entrada en vigor de la Ley de Aguas son afectadas por una actualización porcentual acumulativa, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Valor actualizado de la anualidad} = A \left(1 + \frac{(\text{Interés legal} - 6) - b}{100} \right)$$

Dónde;

A = Anualidad que resultaría del régimen de financiación anterior fijado en su día para las obras

b = El porcentaje de amortización técnica, cuyo valor se fija en 4.

En el **Artículo 308**, una vez efectuados los cálculos, se dejan claros los criterios de reparto de las cantidades resultantes correspondientes a los apartados a), b) y c) del artículo anterior. Por lo contrario, si las obras hidráulicas son explotadas por el organismo de cuenca, en el **Artículo 309** se dictamina que debe de ser éste el que efectúe la liquidación conforme a lo indicado en el artículo 311; fijándose las tarifas para cada obra hidráulica correspondiente a cada ejercicio debiendo ir acompañadas de su estudio económico con participación de los órganos representativos de los usuarios. Se

someterá a información pública en el «Boletín Oficial» y si no existen reclamaciones en el plazo de información automáticamente quedará aprobada dicha tarifa.

Para finalizar este ciclo de tarifa, el **Artículo 310** expone la fecha a partir de la que se puede poner en cobro la tarifa de utilización y el protocolo de actuación frente a retrasos motivados por tramitación de Impugnaciones, recursos o por otras causas.

Una vez descrito y explicado todo lo referente al cálculo de cánones y tarifas por parte del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, se procede a la explicación de la parte común, dentro del *Título IV – Capítulo III*, de los cánones de regulación y las tarifas de utilización; correspondiéndose con los **Artículos 311 y Artículo 312**; donde se pone en manifiesto el procedimiento administrativo de liquidaciones de las tarifas y cánones y los métodos de recaudación que se llevan a cabo.

La citada normativa, de carácter general, se vio matizada para algunos casos singulares cual es el caso del sistema de explotación analizado en la presente Tesis, que presenta una legislación específica, para dar cumplimiento al régimen económico financiero de la ley de aguas. Dicha matización, evidentemente, tuvo que ser de igual rango normativo, lo que se realizó mediante, entre otras, la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura.

No se trata aquí de realizar una extensa e intensa exposición de lo allí regulado, pero sí de dar una descripción adecuada de lo que dicha infraestructura supone a fin de una mejor comprensión del análisis realizado.

La Ley 21/71, de 19 de junio, aprobó la realización de las obras que se contemplaban en el Anteproyecto General de aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sudeste de España. En una primera fase, se autorizó el trasvase de caudales excedentes del río Tajo hasta un volumen máximo anual de 600 hm³.

Las obras que fueron necesarias realizar se dividen en dos grupos:

- Acueducto Tajo-Segura o Trasvase, que comprende las obras desde la toma en el río Tajo (embalse de Bolarque) hasta el embalse de Talave en el río Mundo.
- Obras de conducción, regulación y distribución de caudales en el Sudeste, que se conoce con el nombre de Postrasvase.

Por R.D. 1982/78, de 26 de julio, se creó la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, como órgano superior de supervisión del régimen de explotación y de control y coordinación de la gestión encomendada a las Confederaciones Hidrográfica del Tajo y del Segura. Entre sus funciones se señala expresamente la de proponer las bases y tipos de tarifas y cánones derivadas de la explotación.

El estudio de las citadas tarifas se ajusta a las normas establecidas al efecto, fundamentalmente a la Ley 52/80 y su posterior modificación de 31 de diciembre de 2001 y a la Ley 21/2013 de 13 de diciembre de Evaluación de Ambiental, así como al acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 1985.

Representa una de las mayores infraestructuras hidráulicas construidas en España, siendo además ejemplo de utilización conjunta entre diferentes cuencas hidrográficas: Tajo, Júcar, Segura y Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Ésto es causa de que los beneficiarios de las citadas obras pertenezcan a diferentes usos, principalmente abastecimiento y regadío, a la vez que hace la determinación de la tarifa, de una cierta complejidad.

Indicamos a continuación los usuarios concernidos en la citada infraestructura:

Usuarios del Trasvase:

La legislación vigente concede el derecho a la utilización de las obras del trasvase y postrasvase a los siguientes tipos de usuarios:

- Riegos del Sudeste con aguas trasvasadas.
- Abastecimientos del Sudeste con aguas trasvasadas.
- Riegos del Sudeste con aguas propias.
- Abastecimientos del Sudeste con aguas propias.

Como quiera que estos usuarios son los directamente implicados en la gestión que de los activos se realice en la Confederación Hidrográfica del Segura, será en estos cuatro usuarios donde desarrollaremos los análisis tarifarios. Los cuáles serán consecuencia de las distintas opciones elegidas como Plan estratégico de Gestión de Activos, con carácter plurianual, y analizando el impacto tarifario en los distintos usuarios al final del periodo analizado.

No obstante conviene indicar el resto de usuarios que también resultan, o pueden resultar, beneficiarios de la infraestructura descrita.

- Caudales trasvasados con destino a las Tablas de Daimiel.
- Abastecimientos del Alto Guadiana con aguas trasvasadas.
- Compensación por filtraciones del túnel de Talave en Los Llanos de Albacete.
- Suministro del Júcar a los riegos de Los Llanos de Albacete.
- Suministro del Júcar para abastecimiento de Albacete.

- Suministro del Júcar para abastecimiento del Sudeste.
- Compensación por filtraciones del túnel de Talave en Hellín.

Las tarifas se calculan por la aplicación de distintas variables, que pasamos a describir:

Volúmenes potenciales en destino:

Trasvasado Riego	VPRT
Trasvasado Abastecimientos	VPAT
Total aguas trasvasadas	VPTT
Aguas Propias Riego	VPRP
Aguas Propias Abastecimientos	VPAP
Tablas de Daimiel	VPTD
Abastecimientos Guadiana	VPAG
Riegos Compensación Llanos de Albacete	VPLL
Riegos Júcar a los Llanos	VPLLJ
Abastecimiento Júcar a Albacete	VPAAJ
Abastecimiento del Júcar al Sudeste	VPASJ
Total aguas propias del Júcar	VPTJ
Riegos Compensación Hellín	VPH

Volúmenes de la campaña en destino:

Trasvases al Sudeste

Trasvase Total al Sudeste	VT
Trasvasado Riego	VTR
Trasvasado Abastecimientos	VTB
Aguas trasvase con Bombeo	VTB
Aguas trasvase sin Bombeo	VTB

Aguas Propias del Segura

Total Aguas Propias	VP
Aguas Propias Riego	VPR
Aguas Propias Abastecimientos	VPA
Aguas propias con bombeo	VPB
Aguas propias sin bombeo	VPSB

Trasvases al Guadiana

Total Trasvase Guadiana	VTG
Trasvase Tablas de Daimiel	VTTD
Trasvase Abastecimientos al Guadiana	VTAG

Compensación Filtraciones a los Llanos	VTLL
Compensación Filtraciones a Hellín	VTH

Suministros del Júcar desde Alarcón

Total Suministros del Júcar	VTJ
Suministro a los Llanos	VTLLJ
Abastecimiento de Albacete	VTAAJ
Abastecimiento al Sudeste	VTASJ

Como cada tipo de usuario tiene tomas diferentes y utiliza el trasvase de forma distinta, se han considerado las obras divididas en los siguientes seis tramos:

Tramos del trasvase:

- Desde el inicio hasta la derivación para el abastecimiento al Guadiana y Tablas de Daimiel.
- Desde la derivación al Guadiana hasta el embalse de Alarcón.
- Desde Alarcón a las tomas de Los Llanos de Albacete y toma de Albacete.
- Desde las tomas de Los Llanos de Albacete hasta el embalse de Talave. A su vez comprende tres subtramos:
 - Tramo afectado por la compensación a Los Llanos de Albacete.
 - Tramo no afectado por la compensación de filtraciones ni a los Llanos de Albacete ni a Hellín.
 - Tramo afectado por la compensación de filtraciones a Hellín.

Los porcentajes que se aplican en la confección de las tarifas se han establecido en función de la longitud afectada.

Una descripción bastante exhaustiva del citado subsistema se puede encontrar en la página web de la CHSegura:

<https://www.chsegura.es/chs/cuenca/infraestructuras/postrasvaseTajoSegura/infraestructura01.html>

A continuación citamos la parte de la infraestructura que transcurre por el ámbito territorial de la CHSegura, y que básicamente se corresponde con el denominado Subsistema 5, donde se ha hecho la modelación que se presenta en esta Tesis.

- Postrasvase.

Asimismo, una descripción bastante exhaustiva del citado subsistema se puede encontrar en la página web de la CHSegura:

<https://www.chsegura.es/chs/cuenca/infraestructuras/postrasvaseTajoSegura/infraestructura02.html>,

Un esquema general del citado subsistema se muestra a continuación:

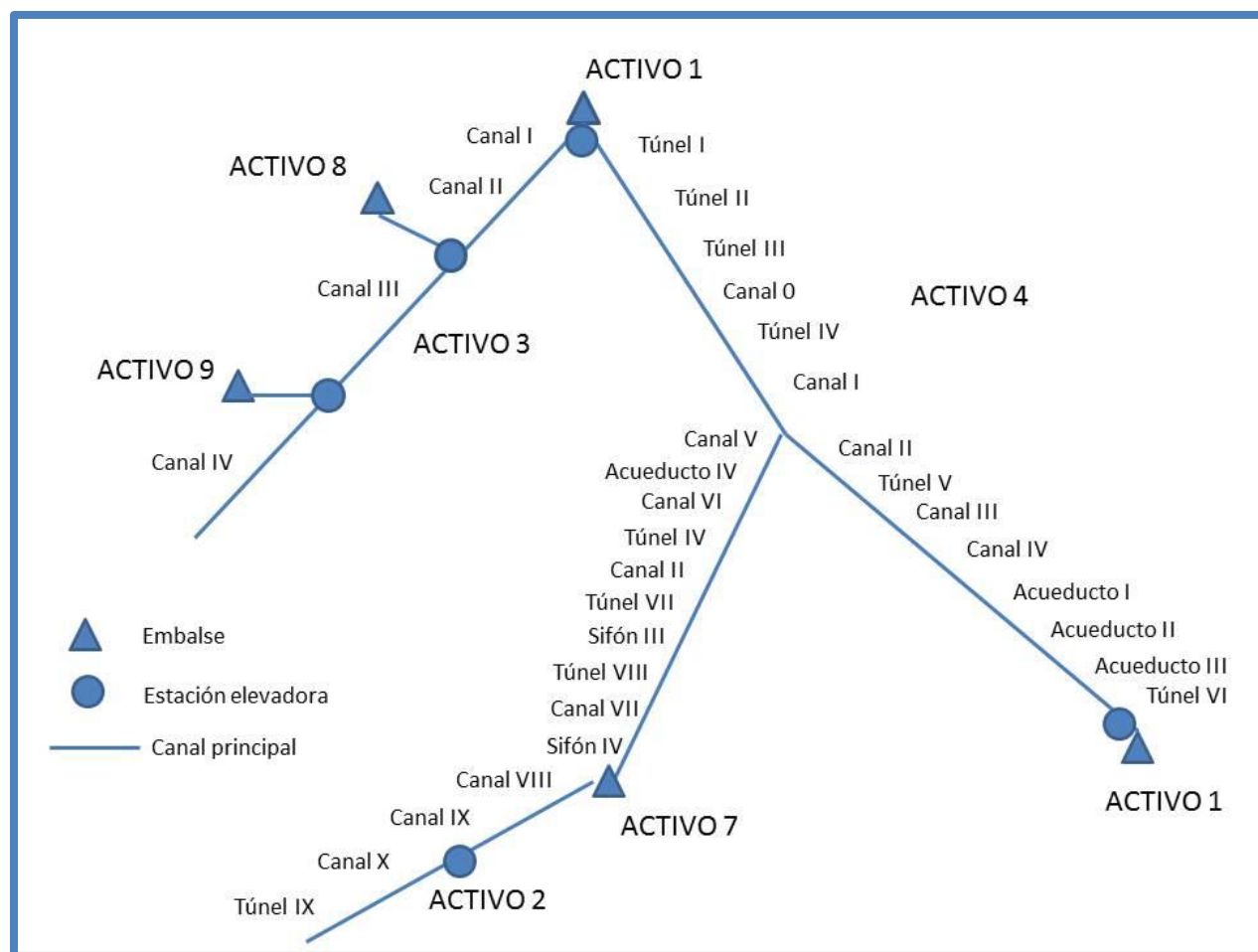


Figura Anejo 1 - 1. Esquema general subsistema 5.

Sucintamente la descripción de los activos considerados son:

ACTIVO 1: Se trata de un azud de derivación constituido por una presa vertedero, de gravedad y planta poligonal. El vertedero tiene tres vanos con una capacidad de desagüe de 750 m³/s y su correspondiente cuenco amortiguador. Dichos vanos están cerrados por tres compuertas vagón.

Es el inicio de un primer canal (activo) de 30 m³/s de capacidad por gravedad y otro de 24 m³/s alimentado por bombeo.

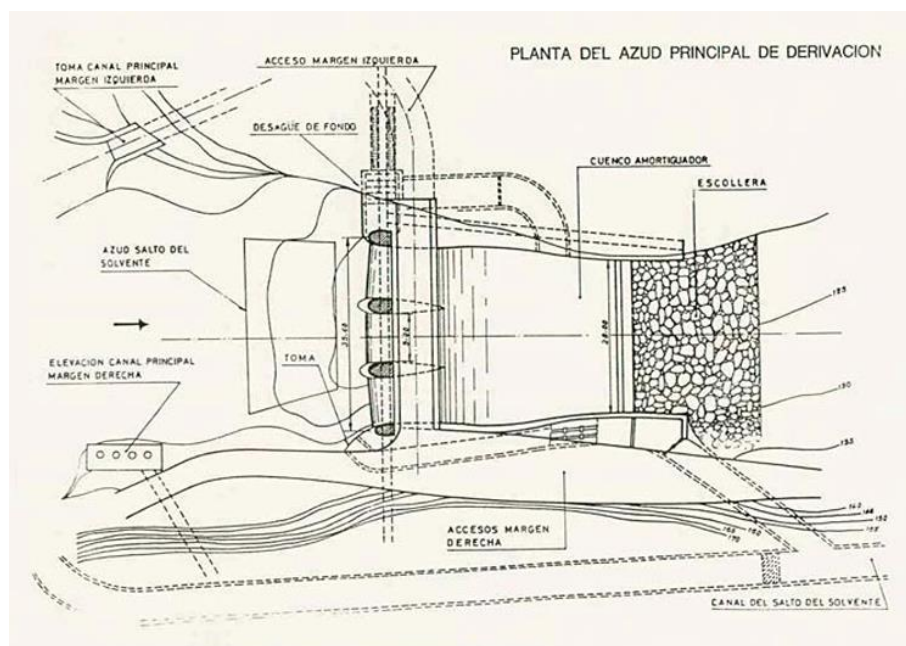


Figura Anejo 1 - 2 Planta Azud de derivación.

ACTIVO 2:

El Canal tiene su origen en el Activo 8, en la cota 75,00 y tiene una longitud total de 64,28 kms. Con un caudal máximo de 25 m³/s hasta llegar al p.k. 43 en que cambia de sección y de caudal a 18 m³/s.

En el km. 40 vuelve a cambiar de sección y de caudal a 12,68 m³/s. A pocos kilómetros del final del mismo está situada una impulsión con capacidad de elevar un caudal máximo de 4,64 m³/s. Cuenta con seis grupos moto-bomba con una potencia total de 750 kw, cuatro de estos grupos permiten elevar el agua desde la cota 65 hasta la 165, a esta cota se dispone de una balsa con una capacidad de 0,25 hm³. Los otros dos lo hacen hasta la cota 135,00 en donde está situada otra balsa de 0,15 hm³ de capacidad.

A partir de la impulsión vuelve a cambiar de sección y de caudal pasando a 10 m³/s.

ACTIVO 3:

Este canal tiene como finalidad fundamental el riego de la zona de Mula y su comarca, Lorca, valle del Guadalentín, y valle de Almanzora.

Tiene una longitud de 85 km y cuenta con dos impulsiones, la indicada en el activo 1 en su origen, y la que impulsa al depósito regulador de que constituye el activo 8. Esta última cuenta con cinco grupos motobombas capaces de elevar un caudal total de 10 m³/s. Tiene asimismo dos grupos auxiliares capaz cada uno de elevar 0.5 m³/s. La impulsión tiene una altura manométrica de 115 mca, y consta de dos tuberías de hormigón de 1.8 mts de diámetro y 483 mts de longitud.

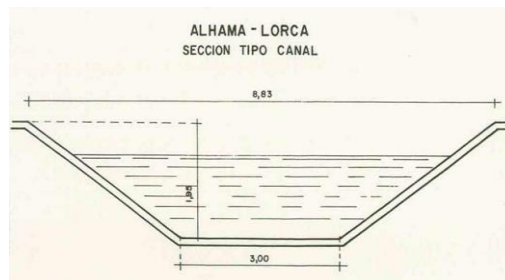


Figura Anejo 1 - 3 Sección tipo del canal

ACTIVO 4:

Se trata de un canal destinado para los riegos de zonas de Murcia y fundamentalmente Alicante.

Tiene una longitud de 82 kms de los cuales 54 km son a cielo abierto, 18 km en túnel natural y artificial y 10 km en acueducto o sifón.

Este canal a cielo abierto se divide en tres tramos, con una longitud total de 54,550 kms.

El primer tramo que discurre hasta el partidor tiene unos 27 kms desde el origen presentando zonas de túneles y canales alternándose. Su capacidad es de 30 m³/s hasta dicho partidor (bifurcación) uno de cuyos ramales, el que finaliza en el activo 6, presenta una capacidad de 16 m³/s y el otro que se dirige hacia el activo 7, presenta una capacidad de 30 m³/s.

Estos dos tramos, que se derivan desde el partidor, presentan además de tramos a cielo abierto, tramos en túnel, en sifón y en acueducto.

ACTIVO 6:

Con una capacidad de 13 hm³ y una presa construida de materiales suelto con una altura de 54,50 m y una longitud de coronación de 360 m.

Para elevar el agua del canal a dicho embalse, a una altura de 25 m, se cuenta con una impulsión de cuatro bombas centrífugas verticales de caudal nominal de 2500 l/s acopladas a sus respectivos motores asíncronos trifásicos de 1150 cv alimentados a 3 kv y con una velocidad de sincronismo de 750 r.p.m.

ACTIVO 7:

Este embalse que recibe los caudales de uno de los ramales derivados desde el partidor, y a su vez es origen del activo 2, está situado próximo a Orihuela, cuenta con una capacidad de 250 hm³, de los cuales 220 hm³, son de embalse útil, con una superficie de 1405 Ha.

Situado en un vaso natural sin aportación propia y en terrenos de margas arcillosas azuladas impermeables. El embalse lo forma una presa y tres diques. La presa tiene

una longitud de coronación de 716 m., una altura máxima de 65,5 m. y un resguardo de 5,5 m. La cota de cimientos es la 45,00 y la de coronación la 110,54.

El dique nº 1 cuenta con una altura máxima sobre collado de 30 m. y tiene una longitud de coronación de 210 m.

El dique nº 2 presenta una altura máxima sobre collado de 29 m. y una longitud de coronación de 190 m.

El dique nº 3 tiene una altura máxima sobre collado de 25 m. y una longitud de coronación de 1240 m.

ACTIVO 8:

La Presa fue concebida y construida con la finalidad de embalsar las aguas recibidas por la Impulsión del activo 1, origen de todo el subsistema para, mediante el activo 3, atender a una amplia zona regable desde Casa Alta y Campos del Rio, Comarca de Mula, Valle del Guadalentín (Sangonera, Librilla, Alhama, Totana y Lorca) hasta Almería. Igualmente suministra a los abastecimientos de Alcantarilla, Lorca y Almería.

Las obras consistieron en la construcción de una presa de materiales sueltos, con núcleo impermeable, de planta curva y con su convexidad hacia aguas abajo, y una altura máxima de 32 mts, con una capacidad de 1.5 hm³.

ACTIVO 9:

La topología estructural corresponde a una presa heterogénea de tierras, con núcleo grueso ejecutado con margas azules del vaso y con espaldones contruidos con los conglomerados poligénicos aflorantes en el entorno de aguas abajo de la cerrada. Sus características técnicas principales son las que figuran en los cuadros precedentes y su sección tipos es la de la figura adjunta.

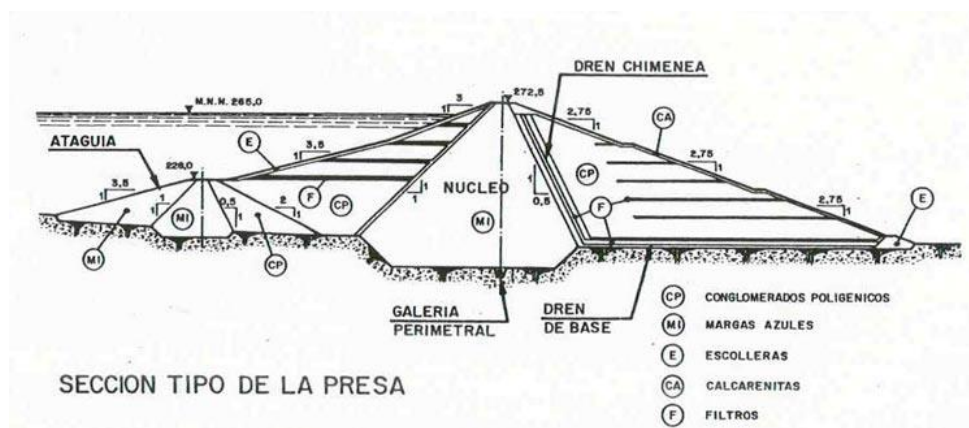


Figura Anejo 1 - 4 Sección Tipo de la Presa

Asimismo consta de una balsa de regulación, que se ubica sobre la cantera de conglomerados poligénicos, previo acondicionamiento de las superficies desmontadas. Su capacidad es de 350.000 m³, con calado total de 7 m. (carrera útil de 6 m. y

resguardo de 1 m.) planta irregular de formas redondeadas, y talud en paramento 1,75/1.

El revestimiento de impermeabilización se realiza en los cajeros mediante losas de hormigón armado de 20 cm. de espesor, y en la solera con una lámina de P.V.C. armada con poliéster.

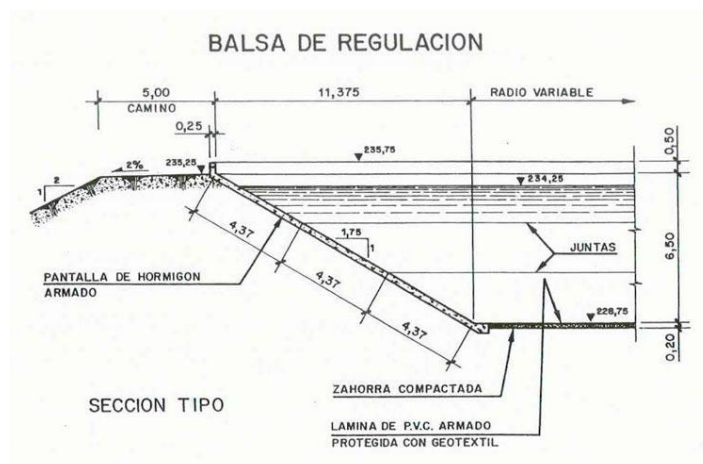


Figura Anejo 1 - 5 Sección tipo de la balsa de regulación.

Esta breve descripción de los activos, solo pretende reflejar el orden de magnitud de las infraestructuras hidráulicas que constituyen el subsistema 5, sobre el que se aplica la metodología desarrollada en la presente Tesis.

Componentes de las tarifas:

La tarifa está descompuesta, como indica la legislación vigente, en tres componentes:

- a) El correspondiente a la aportación al coste de las obras.
- b) El correspondiente a los gastos fijos de funcionamiento.
- c) El correspondiente a los gastos variables de funcionamiento.

a) Coste de las obras:

Esta dispuesto que la aportación al coste de las obras se calculará repartiendo el coste total no amortizado entre la dotación anual asignada al conjunto de usos, afectado por un coeficiente que será del 0,04 para los usos de regadío y del 0,08 para los de abastecimientos. Durante el período de explotación de la primera fase, se considerará el sesenta por ciento del total de la inversión.

Para los volúmenes de agua destinados al uso en abastecimientos, el valor así calculado se incrementará en la cuantía fija de 0,0120202 € (2 pesetas) por metro cúbico, cantidad que no será computable a los efectos de amortización de las obras.

No podemos finalizar este resumen de normativa sin citar la Ley 2/2015 del 30 de marzo de desindexación de la economía española que supondrá una reconsideración

de las formulaciones citadas. En principio se ha seguido la metodología hasta ahora utilizada de actualización de inversiones, adoptando tasa constantes, para que solo tuviera reflejo en las tarifas el efecto presupuestario realizado, en función de la naturaleza del mismo: conservación y mantenimiento o inversión de reposición o nueva inversión.

En cada ciclo tarifario se determina nuevamente tanto la inversión realizada, como las aportaciones realizadas por los usuarios, estas últimas en función de las últimas tarifas vigentes.

Indicadores Económicos:

Inversiones

Trasvase IT

Postrasvase IP

Amortizaciones

Trasvase ATA

Postrasvase APA

b) Gastos fijos:

- Presupuesto de gastos de funcionamiento del trasvase. Los gastos, básicamente se corresponden con los gastos del personal afecto, los gastos corrientes en bienes y servicios, y mantenimiento y conservación de las infraestructuras. De estos gastos, deducidos del presupuesto aprobado de la Confederación Hidrográfica del Tajo, deduciendo los ingresos que se prevén por cánones de producción hidroeléctrica.

- Presupuesto de gastos de funcionamiento del postrasvase, con el mismo criterio que el anterior, formulado por la Confederación Hidrográfica del Segura. Aquí si que se ven modificados para los distintos escenarios las cantidades presupuestadas consecuencia del PEGA propuesto.

- Presupuesto previsto por utilización del túnel de El Picazo.

Gastos Fijos

GF

Presupuesto Trasvase año actual	CFTT
Liquidación presupuesto anterior	LCFTT
Liquidación riegos aguas trasvasadas	LCFTT1
Liquidación abastecimiento aguas trasvasadas	LCFTT2
Liquidación suministro a Las Tablas de Daimiel	LCFTT5

Liquidación abastecimiento del Guadiana	LCFTT6
Liquidación compensación a Los Llanos	LCFTT7
Liquidación riegos Júcar a Los Llanos Albacete	LCFTT8
Liquidación abastecimiento Júcar a Albacete	LCFTT9
Liquidación abastecimiento Jucar al Sudeste	LCFTT10

Presupuesto **Postrasvase** año actual CFTP

Liquidación presupuesto anterior	LCFTP
Liquidación riegos aguas trasvasadas	LCFTP1
Liquidación abastecimiento aguas trasvasadas	LCFTP2
Liquidación riegos aguas propias	LCFTP3
Liquidación abastecimiento aguas propias	LCFTP4
Liquidación abastecimiento Jucar al Sudeste	LCFTP5

Presupuesto de utilización **El Picazo** y vertidos por Henchideros CFUPH

Liquidación de utilización El Picazo y vertidos por Henchideros	LCFUPH
Liquidación aguas trasvasadas riegos	LCFUPH1
Liquidación aguas trasvasadas abastecimiento	LCFUPH2
Liquidación riegos Los Llanos	LCFUPH3
Liquidación abastecimiento Albacete	LCFUPH4

c) **Gastos variables:**

Para los gastos variables se ha seguido un criterio análogo al de los gastos fijos, para lo cual se han considerado los siguientes apartados:

- Gastos de energía de La Bujeda.
- Gastos de regulación de Entrepeñas y Buendía.
- Gastos de energía en el postrasvase.

Gastos Variables	GV
Del Trasvase	CVT
Energía en La Bujeda	CVEB
Liquidación	LCVEB
Liquidación riegos aguas trasvasadas	LCVEB1
Liquidación abastecimiento aguas trasvasadas	LCVEB2

Canon de Regulación	CVCR
Liquidación	LCVCR
Liquidación riegos aguas trasvasadas	LCVCR1
Liquidación abastecimiento aguas trasvasadas	LCVCR2
Del Postravase con aguas trasvasadas	CVPT
Energía	CVEAT
Liquidación	LCVEAT
Liquidación riegos aguas trasvasadas	LCVEAT1
Liquidación abastecimiento aguas trasvasadas	LCVEAT2
Del Postravase con aguas propias	CVPP
Energía	CVEAP
Liquidación	LCVEAP
Liquidación riegos aguas propias	LCVEAP3
Liquidación abastecimiento aguas propias	LCVEAP4
Del Abastecimiento del Júcar al Sudeste	CVASJ
Energía	CVEASJ
Liquidación	LCVEASJ
De los suministros a la cuenca del Guadiana	CVG
Energía en La Bujeda	CVEG
Liquidación	LCVEG
Liquidación suministro a Las Tablas de Daimiel	LCVEG5
Liquidación abastecimiento del Guadiana	LCVEG6
Canon de regulación	CVCRG
Liquidación	LCVCRG
Liquidación suministro a Las Tablas de Daimiel	LCVCRG5
Liquidación abastecimiento del Guadiana	LCVCRG6

No obstante se han realizado algunas simplificaciones para la realización de las simulaciones, dada la variabilidad que se puede presentar en el espacio temporal analizado.

- Se han considerado constantes los volúmenes asignados en los distintos escenarios temporales.
- Se han mantenido constantes las diferentes variables que intervienen en la tarifa a excepción de las que se ven modificadas en cada escenario.

Las variables que se modifican son, por aplicación de los PEGA alternativos:

- Inversiones del trasvase (únicamente a efectos de actualización) IT
- Inversiones del postrasvase (tanto a efectos de actualización como de las inversiones realizadas según el PEGA adoptado) IP
- Valoración de la amortización realizada en cada periodo función de las tarifas aplicadas, tanto para el trasvase como para el postrasvase. APA
- Valoración de los costes de mantenimiento y explotación para los distintos escenarios planteados en el postrasvase, manteniendo constantes el resto de los gastos fijos. CFTP
- Los gastos variables permanecen constantes, no considerándose incrementos de la energía.
- Se consideran recuperadas todas las cantidades presupuestadas vía tarifa, es decir se supone que se cumplen los presupuestos realizados, tanto hidrológicos como volumétricos, de tal manera que no es preciso realizar la liquidación de los ejercicios presupuestarios anteriores, tal y como estipula la legislación vigente.
- Únicamente se realiza el análisis de sensibilidad en los usuarios de abastecimiento y regadío tanto con aguas propias como con aguas trasvasadas.

A modo de resumen podemos indicar las siguientes conclusiones derivadas del análisis de las metodologías anteriormente expuestas.

- Desde el punto de vista de la amortización de las inversiones, desde un estricto punto de vista del retorno financiero que supone para los organismos de cuenca y que teóricamente deben hacer frente para posteriores actuaciones de reposición/renovación, la metodología impuesta para el caso general de la tarifa de utilización de aguas, del TRLA implica la limitación de ese retorno financiero a un porcentaje del 50%.

Más aún, ese hipotético retorno financiero como después veremos, no solo se ve limitado por otros aspectos, sino que además en determinadas tarifas de utilización las leyes reguladoras específicas de los mismos detraen dichas cantidades del ciclo económico destinado al organismo de cuenca, dándole el carácter de compensación a transferir a las cuencas cedentes, sin que ese desequilibrio financiero se vea compensado de manera sistemática, lo que es una evidente descapitalización desde el punto de vista de la gestión de los activos físicos. En ese caso se pasa a depender de la acción inversora del organismo matriz, en este caso la Dirección General del Agua.

Asimismo en el caso de la infraestructura del ATS, se aplica una reducción del 40%, debido a que los volúmenes legalmente asignados en primera fase solo alcanzan el 60% del volumen inicial que fue con el que se dimensionaron las obras.

En el caso de los cánones de regulación, hay una serie de condicionantes que afectan sensiblemente a los valores que resultan como exacción exigible a los usuarios:

- Una vez determinadas las cantidades objeto de las exenciones es práctica común, en el caso de los cánones de regulación, el análisis de la regulación realizada, ya que al ser de uso conjunto regulación/laminación se establecen sendos porcentajes, de tal manera que no se transfiere a los usuarios el coste correspondiente a la laminación, al entender que suponen un beneficio de la sociedad en general. Sin embargo no se constatan procedimientos económicos-financieros que transfieran de manera periódica y sostenible dichas cantidades.
- La determinación de la exacción en base a las superficies de riego concesionales, implica que no se aplica la tasa en función de los volúmenes realmente consumidos, lo que de alguna manera supone una inequidad del sistema. Sería muy conveniente el establecimiento de una tarifa binomia, en la que la parte fija fuera proporcional a las asignación legales (superficies) mientras que la parte variable lo fuese a los volúmenes derivados y en su caso consumidos.
- Otra cuestión relevante es que, una vez determinadas las cantidades efectivas a imputar entre los distintos usuarios, el reparto que de dichas exacciones se realiza asimismo para los diferentes usuarios dentro de un mismo grupo, dado que el espíritu de la ley es como contraprestación del beneficio obtenido, el cual es variable dentro de un mismo grupo de usuarios, por ejemplo el regadío.

Es usual el encontrar que se establece un reparto entre los distintos usuarios en base a las denominadas tasas de equivalencia entre, al menos, abastecimiento, regadío y usos hidroeléctricos, pero sin que exista una instrucción normalizadora entre los distintos organismos de cuenca. Pero más aún una vez que se ha producido ese reparto, tampoco existe una diferenciación tarifaria entre los distintos grupos que pueden componer un mismo grupo de usuarios, a saber en el abastecimiento, usos domésticos, usos industriales, usos públicos, etc. Y en el

grupo de regadío, independientemente de ciertas regulaciones normativas derivadas de los derechos históricos y las preferencias en los usos que de ello se derivan, tampoco hay una diferenciación entre distintas zonas regables que presentan diferentes rentabilidades.

Tarifas:

Las tarifas que hemos aplicado en el Subsistema 5, corresponden a una formulación compleja, reflejando a continuación, únicamente las fórmulas que corresponden a las tarifas simuladas en los distintos escenarios para los cuatro usuarios afectados.

De conformidad con lo preceptuado en los artículos 7.2 y 9 de la Ley 52/80 y el 89 de la Ley de acompañamiento presupuestario de 2001, resultan las siguientes fórmulas de cálculo para la aportación al coste de las obras:

$$a_1 = 0.04 * (0.202+0.247) * \frac{0.6*IT-ATA}{VPRT+VPAT} + 0.04*0.365 * \frac{0.6*IT-ATA}{VPRT+VPAT+VPLLJ+VPAAJ} + \\ + 0.04 * (0.045+0.141) * \frac{0.6*IT-ATA}{VPRT+VPAT} + 0.04 * \frac{0.6*IP-APA}{VPRT+VPAT+VPRP+VPAP}$$

$$a_2 = 2 * a_1 + 0.0120202$$

$$a_3 = 0.04 * \frac{0.6*IP-APA}{VPRT+VPAT+VPRP+VPAP}$$

$$a_4 = 2 * a_3 + 0.0120202$$

Para los gastos fijos de funcionamiento, resultan las siguientes fórmulas de cálculo:

Para los gastos fijos de funcionamiento, resultan las siguientes fórmulas de cálculo:

$$b_1 = 0.202 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT} + 0.247 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT} + 0.365 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT+VPLLJ+VPAAJ} + 0.045 * \\ * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT+VPLL} + 0.141 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT} + \frac{CFUPH}{VPTT+VPTJ} + \frac{CFTP}{VPRT+VPAT+VPRP+VPAP} +$$

$$b_2 = 0.202 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT} + 0.247 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT} + 0.365 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT+VPLLJ+VPAAJ} + 0.045 * \\ * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT+VPLL} + 0.141 * \frac{CFTT}{VPRT+VPAT} + \frac{CFUPH}{VPTT+VPTJ} + \frac{CFTP}{VPRT+VPAT+VPRP+VPAP} +$$

$$b_3 = \frac{CFTP}{VPRT+VPAT+VPRP+VPAP}$$

$$b_4 = \frac{CFTP}{VPRT+VPAT+VPRP+VPAP}$$

Asimismo, las fórmulas de los componentes de gastos variables son las siguientes:

$$c_1 = \frac{CVEB+CVCR+CVEAT}{VT}$$

$$c_2 = \frac{CVEB+CVCR+CVEAT}{VT}$$

$$c_3 = \frac{CVEAP}{VP}$$

$$c_4 = \frac{CVEAP}{VP}$$

Se ha realizado la simplificación de aceptar que la totalidad de la cantidad que se genera en la lista cobratoria se ingresa, por lo que no procede establecer liquidación alguna en cada tramo de la tarifa, más aun cuando esos menores ingresos se corresponden con causas ajenas a la propia confección de la tarifa. Para el análisis de sensibilidad realizado se parte de las tarifas que se corresponden con las variables iniciales adoptadas, tanto hidrológicas como económicas, pasando con ellas a ver su evolución en el tiempo por aplicación de las simulaciones realizadas, que se recogen en el presente Anejo nº1.

Las tarifas de partida, que son con las que se realiza el análisis son las que se indican a continuación (€/m3):

Aplicable a riegos con aguas trasvasadas:

Coste de las obras	0,014967
Gastos fijos de funcionamiento	0,017895
Gastos variables de funcionamiento	0,089048

Aplicable a abastecimientos con aguas trasvasadas:

Coste de las obras	0,041954
Gastos fijos de funcionamiento	0,007867
Gastos variables de funcionamiento	0,114219

Aplicable a riegos con aguas propias:

Coste de las obras	0,005434
--------------------	----------

Gastos fijos de funcionamiento	0,008346
--------------------------------	----------

Gastos variables de funcionamiento	0,038171
------------------------------------	----------

Aplicable a abastecimientos con aguas propias:

Coste de las obras	0,022888
--------------------	----------

Gastos fijos de funcionamiento	0,008346
--------------------------------	----------

Gastos variables de funcionamiento	0,026693
------------------------------------	----------

Lo que una vez agregadas por usuarios resultan (en €/m³):

TU1: 0,12191097

TU2: 0,16404085

TU3: 0,03817108

TU4: 0,05792804

A continuación se reflejan las tarifas calculadas para los distintos escenarios y bloques tarifarios, referidas al final de cada uno de dichos bloques. La tarifa únicamente se ve afectada por la variación de las variables IT, IP, ATA, APA, y CFTP., manteniéndose constante el resto. No se reflejan los resultados parciales para obtener la variable ATA y APA.

SIMULACIÓN 1.1.3. TARIFA FINAL PERIODO

INDICADORES DE SERVICIO

VOLUMENES POTENCIALES

Riegos sudeste aguas trasvasadas
Abastecimientos sudeste aguas trasvasada
Abastecimiento Guadiana aguas trasvasada
Suministro tablas Daimiel
Compensación llanos Albacete
Suministro jucar riego llanos albacete
Suministro Júcar a abastecimiento Albacete
Suministro jucar abastecimiento sureste
Riegos del sudeste aguas propias
Abastecimiento sudeste aguas propias

VPRT	421000000
VPAT	119000000
VPAG	540000000
VPTD	19909000
VPLL	4176000
VPLLJ	39824000
VPAAJ	24000000
VPASJ	0
VPRP	87350000
VPAP	21670000

VOLÚMENES DISPONIBLES

Vd riegos aguas trasvasadas sureste
Vd abastecimiento trasvasadas sureste
Vd aguas propias
Vd aguas propias bombeo
Vd aguas propias sin bombeo
Vd Trasvase Guadiana
Vd Trasvase Guadiana abastecimiento
Vd Trasvase Guadiana Tablas Daimiel
Vd compensación filtraciones los llanos
Vd suministro Jucar desde Alarcón
Vd suministro Jucar desde Alarcón abastecimiento Albacete
Vd suministro Jucar desde Alarcón al sudeste
Vd suministro Jucar desde Alarcón a los LLanos Albacete

VT	540000000
VTR	421000000
VTAG	119000000
VP	109020000
VPB	42270000
VPSB	66750000
VTG	49772000
VTAG	29863000
VTTD	19909000
VTLL	4176000
VTJ	4165000
VTAAJ	24000000
VTASJ	3640000
VTLLJ	39300000

INDICADORES ECONOMICOS

Inversiones en el trasvase
Inversiones en el postravase

IT	693029296
IP	427810302

Aportaciones totales usuarios trasvases
Aportación inversiones trasvase usuarios de riego aguas trasvasadas
Idem abastecimiento sudeste
Idem abastecimiento Guadiana
Idem suministro jucar riego llanos albacete
Idem suministro jucar abastecimiento albacete
Idem suministro jucar abastecimiento sudeste

ATA	265704480
ATRTA	
ATATA	
ATAGA	
ATTLLJA	
ATAAJA	
ATASJA	

Aportaciones totales usuarios postravase
Aportaciones realizadas por los usuarios de riego del sudeste con
Aguas trasvasadas a inversiones postravases
Idem abastecimientos del sureste
Idem riego aguas propias
Idem abastecimiento aguas propias
Idem suministro jucar abastecimientos sudeste

APA	164020647
APRTA	
APATA	
APRPA	
APAPA	
APASJA	

GASTOS FIJOS

Trasvase
Funcionamiento del trasvase
Utilización del picazo

Funcionamiento del postrasvase

GASTOS VARIABLES

Trasvase
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

Postrasvase con aguas trasvasadas
Energía
Postrasvase aguas propias
Energía

Abastecimiento del Júcar al sudeste
Energía

Suministro a la cuenca del Guadiana
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

a1	0.0164016
a2	0.044823399
a3	0.005711105
a4	0.02344241

b1	0.018998406
b2	0.008022826
b3	0.009450005
b4	0.009450005

c1	0.089048631
c2	0.114219147
c3	0.024390607
c4	0.026693726

TU1	0.124448637
TU2	0.167065372
TU3	0.039551717
TU4	0.05958614

CFTT	3452880
CFUPH	1782730

CFTP	6167640
------	---------

CVT	
CVEB	33273000
CVCR	1642333

CVPT	
CVEAT	13170928
CVPP	
CVEAP	2659064

CVASJ	
CVEASJ	88782

CVG	
CVEG	2772750
CVCRG	137400

SIMULACIÓN 1.2.3. TARIFA FINAL PERIODO

INDICADORES DE SERVICIO

VOLUMENES POTENCIALES

Riegos sudeste aguas trasvasadas
Abastecimientos sudeste aguas trasvasada
Abastecimiento Guadiana aguas trasvasada
Suministro tablas Daimiel
Compensación llanos Albacete
Suministro jucar riego llanos albacete
Suministro Júcar a abastecimiento Albacete
Suministro jucar abastecimiento sureste
Riegos del sudeste aguas propias
Abastecimiento sudeste aguas propias

VPRT	421000000
VPAT	119000000
VPAG	540000000
VPTD	19909000
VPLL	4176000
VPLLJ	39824000
VPAAJ	24000000
VPASJ	0
VPRP	87350000
VPAP	21670000

VOLÚMENES DISPONIBLES

Vd riegos aguas trasvasadas sureste
Vd abastecimiento trasvasadas sureste
Vd aguas propias
Vd aguas propias bombeo
Vd aguas propias sin bombeo
Vd Trasvase Guadiana
Vd Trasvase Guadiana abastecimiento
Vd Trasvase Guadiana Tablas Daimiel
Vd compensación filtraciones los llanos
Vd suministro Jucar desde Alarcón
Vd suministro Jucar desde Alarcón abastecimiento Albacete
Vd suministro Jucar desde Alarcón al sudeste
Vd suministro Jucar desde Alarcón a los LLanos Albacete

VT	540000000
VTR	421000000
VTa	119000000
VP	109020000
VPB	42270000
VPSB	66750000
VTG	49772000
VTAG	29863000
VTTD	19909000
VTLL	4176000
VTJ	4165000
VTAAJ	24000000
VTASJ	3640000
VTLLJ	39300000

INDICADORES ECONOMICOS

Inversiones en el trasvase

Inversiones en el postravase

IT	693029296
IP	427810302

Aportaciones totales usuarios trasvases
Aportación inversiones trasvase usuarios de riego aguas trasvasadas
Idem abastecimiento sudeste
Idem abastecimiento Guadiana
Idem suministro jucar riego llanos albacete
Idem suministro jucar abastecimiento albacete
Idem suministro jucar abastecimiento sudeste

ATA	268702158
ATRTA	
ATATA	
ATAGA	
ATTLLJA	
ATAAJA	
ATASJA	

Aportaciones totales usuarios postravase
Aportaciones realizadas por los usuarios de riego del sudeste con
Aguas trasvasadas a inversiones postravases
Idem abastecimientos del sureste
Idem riego aguas propias
Idem abastecimiento aguas propias
Idem suministro jucar abastecimientos sudeste

APA	172231306
APRTA	
APATA	
APRPA	
APAPA	
APASJA	

GASTOS FIJOS

Trasvase
Funcionamiento del trasvase
Utilización del picazo

Funcionamiento del postrasvase

GASTOS VARIABLES

Trasvase
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

Postrasvase con aguas trasvasadas
Energía
Postrasvase aguas propias
Energía

Abastecimiento del Júcar al sudeste
Energía

Suministro a la cuenca del Guadiana
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

a1	0.015682082
a2	0.043384364
a3	0.005205071
a4	0.022430341

b1	0.020737443
b2	0.00826803
b3	0.011189042
b4	0.011189042

c1	0.089048631
c2	0.114219147
c3	0.024390607
c4	0.026693726

TU1	0.125468157
TU2	0.165871541
TU3	0.04078472
TU4	0.060313109

CFTT	3452880
CFUPH	1782730

CFTP	7302640
------	---------

CVT	
CVEB	33273000
CVCR	1642333

CVPT	
CVEAT	13170928
CVPP	
CVEAP	2659064

CVASJ	
CVEASJ	88782

CVG	
CVEG	2772750
CVCRG	137400

SIMULACIÓN 1.3.3. TARIFA FINAL PERIODO

INDICADORES DE SERVICIO

VOLUMENES POTENCIALES

Riegos sudeste aguas trasvasadas
Abastecimientos sudeste aguas trasvasada
Abastecimiento Guadiana aguas trasvasada
Suministro tablas Daimiel
Compensación llanos Albacete
Suministro jucar riego llanos albacete
Suministro Júcar a abastecimiento Albacete
Suministro jucar abastecimiento sureste
Riegos del sudeste aguas propias
Abastecimiento sudeste aguas propias

VPRT	421000000
VPAT	119000000
VPAG	540000000
VPTD	19909000
VPLL	4176000
VPLLJ	39824000
VPAAJ	24000000
VPASJ	0
VPRP	87350000
VPAP	21670000

VOLUMENES DISPONIBLES

Vd riegos aguas trasvasadas sureste
Vd abastecimiento trasvasadas sureste
Vd aguas propias
Vd aguas propias bombeo
Vd aguas propias sin bombeo
Vd Trasvase Guadiana
Vd Trasvase Guadiana abastecimiento
Vd Trasvase Guadiana Tablas Daimiel
Vd compensación filtraciones los llanos
Vd suministro Jucar desde Alarcón
Vd suministro Jucar desde Alarcón abastecimiento Albacete
Vd suministro Jucar desde Alarcón al sudeste
Vd suministro Jucar desde Alarcón a los LLanos Albacete

VT	540000000
VTR	421000000
VTAG	119000000
VP	109020000
VPB	42270000
VPSB	66750000
VTG	49772000
VTAG	29863000
VTTD	19909000
VTLL	4176000
VTJ	4165000
VTAAJ	24000000
VTASJ	3640000
VTLLJ	39300000

INDICADORES ECONOMICOS

Inversiones en el trasvase
Inversiones en el postrasvase

IT	693029296
IP	427810302

Aportaciones totales usuarios trasvases
Aportación inversiones trasvase usuarios de riego aguas trasvasadas
Idem abastecimiento sudeste
Idem abastecimiento Guadiana
Idem suministro jucar riego llanos albacete
Idem suministro jucar abastecimiento albacete
Idem suministro jucar abastecimiento sudeste

ATA	267119171
ATRTA	
ATATA	
ATAGA	
ATTLLJA	
ATAAJA	
ATASJA	

Aportaciones totales usuarios postrasvase
Aportaciones realizadas por los usuarios de riego del sudeste con
Aguas trasvasadas a inversiones postrasvases
Idem abastecimientos del sureste
Idem riego aguas propias
Idem abastecimiento aguas propias
Idem suministro jucar abastecimientos sudeste

APA	164893943
APRTA	
APATA	
APRPA	
APAPA	
APASJA	

GASTOS FIJOS

Trasvase
Funcionamiento del trasvase
Utilización del picazo

Funcionamiento del postrasvase

GASTOS VARIABLES

Trasvase
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

Postrasvase con aguas trasvasadas
Energía
Postrasvase aguas propias
Energía

Abastecimiento del Júcar al sudeste
Energía

Suministro a la cuenca del Guadiana
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

a1	0.016247028
a2	0.044514256
a3	0.005657283
a4	0.023334765

b1	0.02247648
b2	0.008513234
b3	0.012928079
b4	0.012928079

c1	0.089048631
c2	0.114219147
c3	0.024390607
c4	0.026693726

TU1	0.12777214
TU2	0.167246638
TU3	0.042975969
TU4	0.06295657

CFTT	3452880
CFUPH	1782730

CFTP	8437640
------	---------

CVT	
CVEB	33273000
CVCR	1642333

CVPT	
CVEAT	13170928
CVPP	
CVEAP	2659064

CVASJ	
CVEASJ	88782

CVG	
CVEG	2772750
CVCRG	137400

SIMULACIÓN 2.1.3. TARIFA FINAL PERIODO

INDICADORES DE SERVICIO

VOLUMENES POTENCIALES

Riegos sudeste aguas trasvasadas
Abastecimientos sudeste aguas trasvasada
Abastecimiento Guadiana aguas trasvasada
Suministro tablas Daimiel
Compensación llanos Albacete
Suministro jucar riego llanos albacete
Suministro Júcar a abastecimiento Albacete
Suministro jucar abastecimiento sureste
Riegos del sudeste aguas propias
Abastecimiento sudeste aguas propias

VPRT	421000000
VPAT	119000000
VPAG	540000000
VPTD	19909000
VPLL	4176000
VPLLJ	39824000
VPAAJ	24000000
VPASJ	0
VPRP	87350000
VPAP	21670000

VOLUMENES DISPONIBLES

Vd riegos aguas trasvasadas sureste
Vd abastecimiento trasvasadas sureste
Vd aguas propias
Vd aguas propias bombeo
Vd aguas propias sin bombeo
Vd Trasvase Guadiana
Vd Trasvase Guadiana abastecimiento
Vd Trasvase Guadiana Tablas Daimiel
Vd compensación filtraciones los llanos
Vd suministro Jucar desde Alarcón
Vd suministro Jucar desde Alarcón abastecimiento Albacete
Vd suministro Jucar desde Alarcón al sudeste
Vd suministro Jucar desde Alarcón a los LLanos Albacete

VT	540000000
VTR	421000000
VTa	119000000
VP	109020000
VPB	42270000
VPSB	66750000
VTG	49772000
VTAG	29863000
VTTD	19909000
VTLL	4176000
VTJ	4165000
VTAAJ	24000000
VTASJ	3640000
VTLLJ	39300000

INDICADORES ECONOMICOS

Inversiones en el trasvase
Inversiones en el postrasvase

IT	693029296
IP	427310302

Aportaciones totales usuarios trasvases
Aportación inversiones trasvase usuarios de riego aguas trasvasadas
Idem abastecimiento sudeste
Idem abastecimiento Guadiana
Idem suministro jucar riego llanos albacete
Idem suministro jucar abastecimiento albacete
Idem suministro jucar abastecimiento sudeste

ATA	265823062
ATRTA	
ATATA	
ATAGA	
ATTLLJA	
ATAAJA	
ATASJA	

Aportaciones totales usuarios postrasvase
Aportaciones realizadas por los usuarios de riego del sudeste con
Aguas trasvasadas a inversiones postrasvases
Idem abastecimientos del sureste
Idem riego aguas propias
Idem abastecimiento aguas propias
Idem suministro jucar abastecimientos sudeste

APA	163902065
APRTA	
APATA	
APRPA	
APAPA	
APASJA	

GASTOS FIJOS

Trasvase
Funcionamiento del trasvase
Utilización del picazo

CFTT	3452880
CFUPH	1782730

Funcionamiento del postrasvase

CFTP	6167640
------	---------

GASTOS VARIABLES

Trasvase
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

CVT	
CVEB	33273000
CVCR	1642333

Postrasvase con aguas trasvasadas
Energía
Postrasvase aguas propias
Energía

CVPT	
CVEAT	13170928
CVPP	
CVEAP	2659064

Abastecimiento del Júcar al sudeste
Energía

CVASJ	
CVEASJ	88782

Suministro a la cuenca del Guadiana
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

CVG	
CVEG	2772750
CVCRG	137400

a1	0.016381974
a2	0.044784147
a3	0.005699924
a4	0.023420048

b1	0.018998406
b2	0.008022826
b3	0.009450005
b4	0.009450005

c1	0.089048631
c2	0.114219147
c3	0.024390607
c4	0.026693726

TU1	0.124429011
TU2	0.16702612
TU3	0.039540536
TU4	0.059563778

SIMULACIÓN 2.2.3. TARIFA FINAL PERIODO

INDICADORES DE SERVICIO

VOLUMENES POTENCIALES

Riegos sudeste aguas trasvasadas
Abastecimientos sudeste aguas trasvasada
Abastecimiento Guadiana aguas trasvasada
Suministro tablas Daimiel
Compensación llanos Albacete
Suministro jucar riego llanos albacete
Suministro Júcar a abastecimiento Albacete
Suministro jucar abastecimiento sureste
Riegos del sudeste aguas propias
Abastecimiento sudeste aguas propias

VPRT	421000000
VPAT	119000000
VPAG	540000000
VPTD	19909000
VPLL	4176000
VPLLJ	39824000
VPAAJ	24000000
VPASJ	0
VPRP	87350000
VPAP	21670000

VOLÚMENES DISPONIBLES

Vd riegos aguas trasvasadas sureste
Vd abastecimiento trasvasadas sureste
Vd aguas propias
Vd aguas propias bombeo
Vd aguas propias sin bombeo
Vd Trasvase Guadiana
Vd Trasvase Guadiana abastecimiento
Vd Trasvase Guadiana Tablas Daimiel
Vd compensación filtraciones los llanos
Vd suministro Jucar desde Alarcón
Vd suministro Jucar desde Alarcón abastecimiento Albacete
Vd suministro Jucar desde Alarcón al sudeste
Vd suministro Jucar desde Alarcón a los LLanos Albacete

VT	540000000
VTR	421000000
VTa	119000000
VP	109020000
VPB	42270000
VPSB	66750000
VTG	49772000
VTAG	29863000
VTTD	19909000
VTLL	4176000
VTJ	4165000
VTAAJ	24000000
VTASJ	3640000
VTLLJ	39300000

INDICADORES ECONOMICOS

Inversiones en el trasvase
Inversiones en el postravase

IT	693029296
IP	434812068

Aportaciones totales usuarios trasvases
Aportación inversiones trasvase usuarios de riego aguas trasvasadas
Idem abastecimiento sudeste
Idem abastecimiento Guadiana
Idem suministro jucar riego llanos albacete
Idem suministro jucar abastecimiento albacete
Idem suministro jucar abastecimiento sudeste

ATA	264290595
ATRTA	
ATATA	
ATAGA	
ATTLLJA	
ATAAJA	
ATASJA	

Aportaciones totales usuarios postravase
Aportaciones realizadas por los usuarios de riego del sudeste con
Aguas trasvasadas a inversiones postravases
Idem abastecimientos del sureste
Idem riego aguas propias
Idem abastecimiento aguas propias
Idem suministro jucar abastecimientos sudeste

APA	165818012
APRTA	
APATA	
APRPA	
APAPA	
APASJA	

GASTOS FIJOS

Trasvase
Funcionamiento del trasvase
Utilización del picazo

Funcionamiento del postrasvase

GASTOS VARIABLES

Trasvase
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

Postrasvase con aguas trasvasadas
Energía
Postrasvase aguas propias
Energía

Abastecimiento del Júcar al sudeste
Energía

Suministro a la cuenca del Guadiana
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

a1	0.016650434
a2	0.045321068
a3	0.005859248
a4	0.023738696

b1	0.018998406
b2	0.008022826
b3	0.009450005
b4	0.009450005

c1	0.089048631
c2	0.114219147
c3	0.024390607
c4	0.026693726

TU1	0.124697472
TU2	0.167563042
TU3	0.03969986
TU4	0.059882427

CFTT	3452880
CFUPH	1782730

CFTP	6167640
------	---------

CVT	
CVEB	33273000
CVCR	1642333

CVPT	
CVEAT	13170928
CVPP	
CVEAP	2659064

CVASJ	
CVEASJ	88782

CVG	
CVEG	2772750
CVCRG	137400

SIMULACIÓN 2.3.3. TARIFA FINAL PERIODO

INDICADORES DE SERVICIO

VOLUMENES POTENCIALES

Riegos sudeste aguas trasvasadas
Abastecimientos sudeste aguas trasvasada
Abastecimiento Guadiana aguas trasvasada
Suministro tablas Daimiel
Compensación llanos Albacete
Suministro jucar riego llanos albacete
Suministro Júcar a abastecimiento Albacete
Suministro jucar abastecimiento sureste
Riegos del sudeste aguas propias
Abastecimiento sudeste aguas propias

VPRT	421000000
VPAT	119000000
VPAG	540000000
VPTD	19909000
VPLL	4176000
VPLLJ	39824000
VPAAJ	24000000
VPASJ	0
VPRP	87350000
VPAP	21670000

VOLÚMENES DISPONIBLES

Vd riegos aguas trasvasadas sureste
Vd abastecimiento trasvasadas sureste
Vd aguas propias
Vd aguas propias bombeo
Vd aguas propias sin bombeo
Vd Trasvase Guadiana
Vd Trasvase Guadiana abastecimiento
Vd Trasvase Guadiana Tablas Daimiel
Vd compensación filtraciones los llanos
Vd suministro Jucar desde Alarcón
Vd suministro Jucar desde Alarcón abastecimiento Albacete
Vd suministro Jucar desde Alarcón al sudeste
Vd suministro Jucar desde Alarcón a los LLanos Albacete

VT	540000000
VTR	421000000
VTa	119000000
VP	109020000
VPB	42270000
VPSB	66750000
VTG	49772000
VTAG	29863000
VTTD	19909000
VTLL	4176000
VTJ	4165000
VTAAJ	24000000
VTASJ	3640000
VTLLJ	39300000

INDICADORES ECONOMICOS

Inversiones en el trasvase

Inversiones en el postravase

IT	693029296
IP	442183972

Aportaciones totales usuarios trasvases
Aportación inversiones trasvase usuarios de riego aguas trasvasadas
Idem abastecimiento sudeste
Idem abastecimiento Guadiana
Idem suministro jucar riego llanos albacete
Idem suministro jucar abastecimiento albacete
Idem suministro jucar abastecimiento sudeste

ATA	263692120
ATRta	
ATATA	
ATAGA	
ATTLLJA	
ATAAJA	
ATASJA	

Aportaciones totales usuarios postravase
Aportaciones realizadas por los usuarios de riego del sudeste con
Aguas trasvasadas a inversiones postravases
Idem abastecimientos del sureste
Idem riego aguas propias
Idem abastecimiento aguas propias
Idem suministro jucar abastecimientos sudeste

APA	168247475
APRTA	
APATA	
APRPA	
APAPA	
APASJA	

GASTOS FIJOS

Trasvase
Funcionamiento del trasvase
Utilización del picazo

Funcionamiento del postrasvase

GASTOS VARIABLES

Trasvase
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

Postrasvase con aguas trasvasadas
Energía
Postrasvase aguas propias
Energía

Abastecimiento del Júcar al sudeste
Energía

Suministro a la cuenca del Guadiana
Energía La Bujeda
Canon Regulacion

a1	0.016815929
a2	0.045652057
a3	0.005982121
a4	0.023984442

b1	0.018998406
b2	0.008022826
b3	0.009450005
b4	0.009450005

c1	0.089048631
c2	0.114219147
c3	0.024390607
c4	0.026693726

TU1	0.124862966
TU2	0.16789403
TU3	0.039822733
TU4	0.060128173

CFTT	3452880
CFUPH	1782730

CFTP	6167640
------	---------

CVT	
CVEB	33273000
CVCR	1642333

CVPT	
CVEAT	13170928
CVPP	
CVEAP	2659064

CVASJ	
CVEASJ	88782

CVG	
CVEG	2772750
CVCRG	137400

El resumen de las tarifas obtenidas para los distintos escenarios y los incrementos de los distintos bloques entre sí, y los incrementos respecto a las tarifas iniciales del periodo fueron reflejadas en la Tabla 48 y se muestran a continuación:

Tabla Anejo 1 - 1 Tarifas correspondientes a los distintos usuarios y escenarios planteados.

Simulación 1				%	%
				INCREMENTO	PROMEDIO
Mínima Conservación	1.1.1	1.1.2	1.1.3	TARIFA	INTERNUAL
TU1	0.123454	0.123905	0.124449	2.08	0.34
TU2	0.165077	0.165978	0.167065	1.84	0.30
TU3	0.039366	0.039443	0.039552	3.62	0.59
TU4	0.059215	0.059370	0.059586	2.86	0.47

Media Conservación	1.2.1	1.2.2	1.2.3		
TU1	0.125193	0.125313	0.125468	2.92	0.48
TU2	0.165322	0.165561	0.165872	1.12	0.19
TU3	0.041105	0.040851	0.040785	6.85	1.11
TU4	0.060954	0.060447	0.060313	4.12	0.67

Óptima Conservación	1.3.1	1.3.2	1.3.3		
TU1	0.126760	0.127212	0.127772	4.81	0.79
TU2	0.165222	0.166127	0.167247	1.95	0.32
TU3	0.042672	0.042861	0.042976	12.59	2.00
TU4	0.062348	0.062727	0.062957	8.68	1.40

Simulación 2				%	%
				INCREMENTO	PROMEDIO
Mínima Conservación	2.1.1	2.1.2	2.1.3	TARIFA	INTERNUAL
TU1	0.123454	0.123905	0.124429	2.07	0.34
TU2	0.165077	0.165978	0.167026	1.82	0.30
TU3	0.039366	0.039443	0.039541	3.59	0.59
TU4	0.059215	0.059370	0.059564	2.82	0.47

Mínima Conservación	2.2.1	2.2.2	2.2.3		
TU1	0.123543	0.124077	0.124697	2.29	0.38
TU2	0.165254	0.166321	0.167563	2.15	0.35
TU3	0.039419	0.039545	0.039700	4.01	0.66
TU4	0.059320	0.059572	0.059882	3.37	0.55

Mínima Conservación	2.3.1	2.3.2	2.3.3		
TU1	0.12353	0.12415	0.12486	2.42	0.40
TU2	0.16523	0.16647	0.16789	2.35	0.39
TU3	0.03937	0.03961	0.03982	4.33	0.71
TU4	0.05921	0.05971	0.06013	3.80	0.62

ANEJO Nº2

BASES DE DATOS PRESUPUESTARIAS INDICADORES PRESUPUESTARIOS

En este anejo se describe el contenido de las hojas Excel “BASE DE DATOS ESCENARIO 1.X” en las que se encuentra toda la información y cálculos de esta Tesis, asimismo se muestra la evolución para cada uno de los escenarios objeto de estudio de la tipología obra civil, tanto en su ASI como en su valor patrimonial, en cada uno de los activos. Esta tipología es la que por la adecuada desagregación presupuestaria existente en el organismo de cuenca, mejor se adapta a la metodología planteada en esta Tesis.

La descripción de los contenidos de las diferentes pestañas de la citada Excel, es la que se realiza a continuación.

DATOS: Recolección de toda la información presupuestaria disponible del subsistema 5 desagregada por las diferentes tipologías y año de puesta en servicio. Así como distribuidas según los activos correspondientes al citado subsistema.

TABLA DINAMICA: Se muestran todas las inversiones realizadas anualmente para cada uno de los activos, desglosado por tipologías.

FICHA: Histórico de inversiones realizadas anualmente para cada uno de los activos, desglosado por tipología, incluyendo la valoración que de los activos se deduciría de la publicación reseñada del CEDEX y el valor patrimonial estimado por la CHS.

FICHA 2015: Se corresponde con la “hoja” FICHA, actualizada monetariamente según el IPC al año 2015, año de referencia para esta Tesis.

%: Hoja de ayuda para el cálculo, en la que se encuentran los porcentajes asociados a la vida útil y valor residual de cada uno de las tipologías de los subelementos de los distintos activos, así como el valor del IPC anual y los coeficientes para obtener los distintos grados de los indicadores ASI.

BSI: Detalle del presupuesto del organismo de cuenca, en lo referente a los capítulos de ingresos y de gastos, obteniendo a partir de ello el indicador BSI y su calificación de acuerdo a la Tabla 16.

ASItipología: En ella se calculan los ASI óptimo, medio y mínimo para todos los activos y sus distintas tipologías, a lo largo de la serie temporal.

ASlactivo: Hoja resumen donde se muestran numérica y gráficamente el conjunto de los ASI obtenidos junto con la evolución del valor patrimonial de los distintos activos.

Hojas numeradas: En ellas se realizan los cálculos correspondientes al estudio de la evolución del valor patrimonial de cada uno de los activos analizados, introduciéndose las distintas inversiones realizadas y las correspondientes actuaciones que se simulan en los distintos escenarios para el periodo 2016-2021. Asimismo se detalla gráficamente la evolución del valor patrimonial y las inversiones de reposición realizadas.

CÁLCULOS: Tabla auxiliar para obtener la cantidad presupuestada para el escenario futuro 2016-2021 para cada uno de los activos y sus tipologías, a partir de la cantidad media presupuestada del bloque anterior 2011-2015 que se considera representativo.

A modo de ejemplo se muestran a continuación los resultados obtenidos de la valoración patrimonial (VP) y el indicador ASI obtenido para los diferentes activos (1,2,3,4,6,7,8,9), tipología obra civil y para los diferentes escenarios simulados.

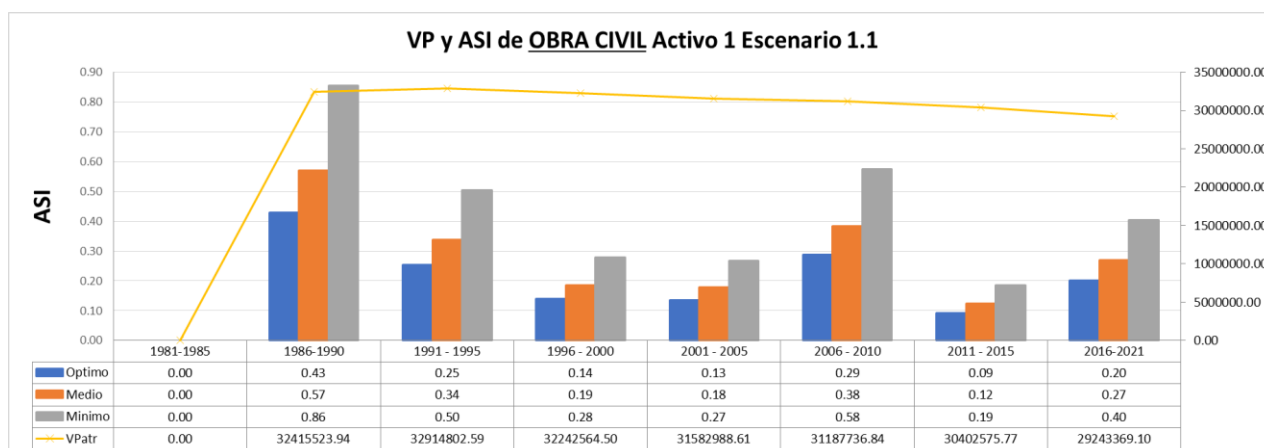


Figura Anejo 2 - 1 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 1.1

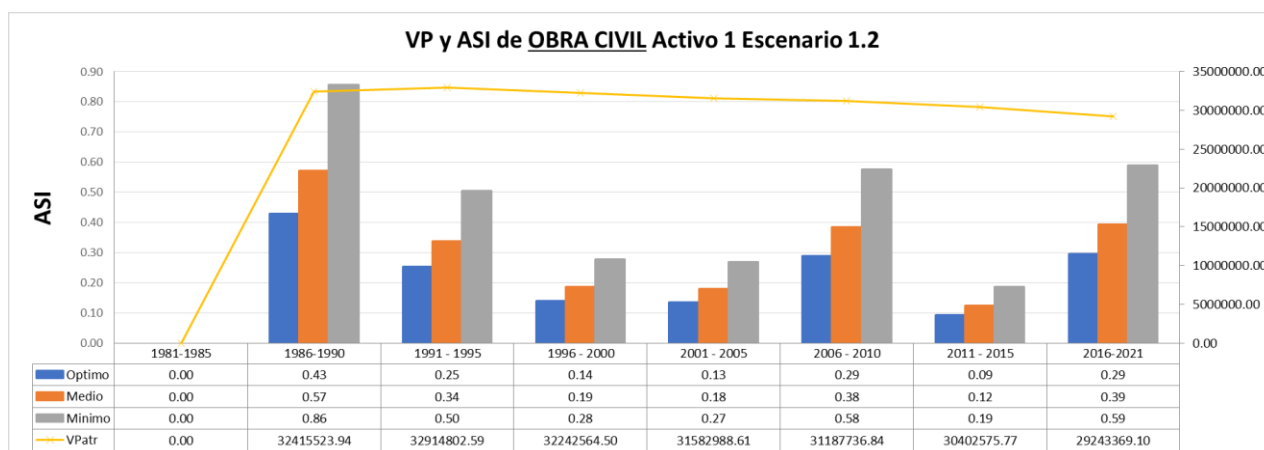


Figura Anejo 2 - 2 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 1.2

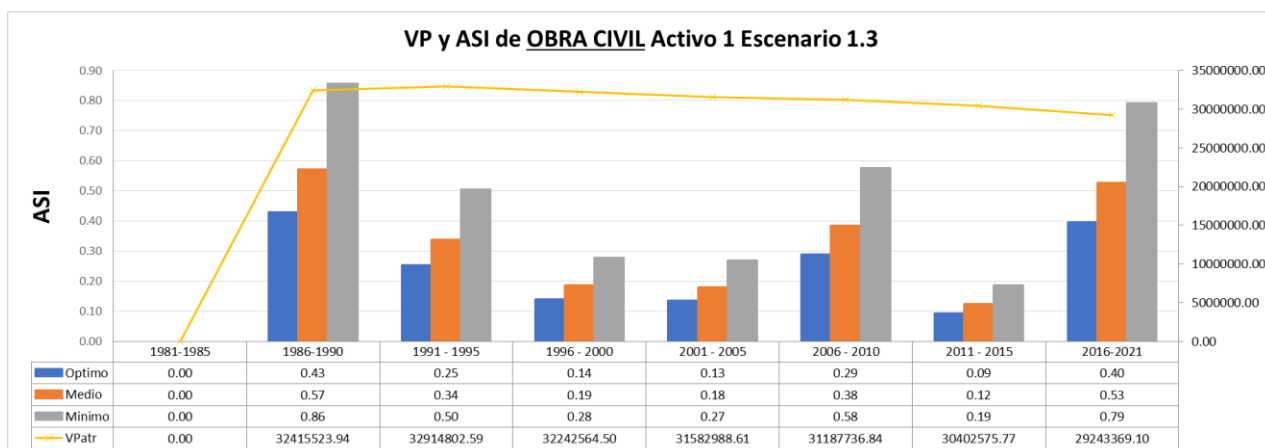


Figura Anejo 2 - 3 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 1.3

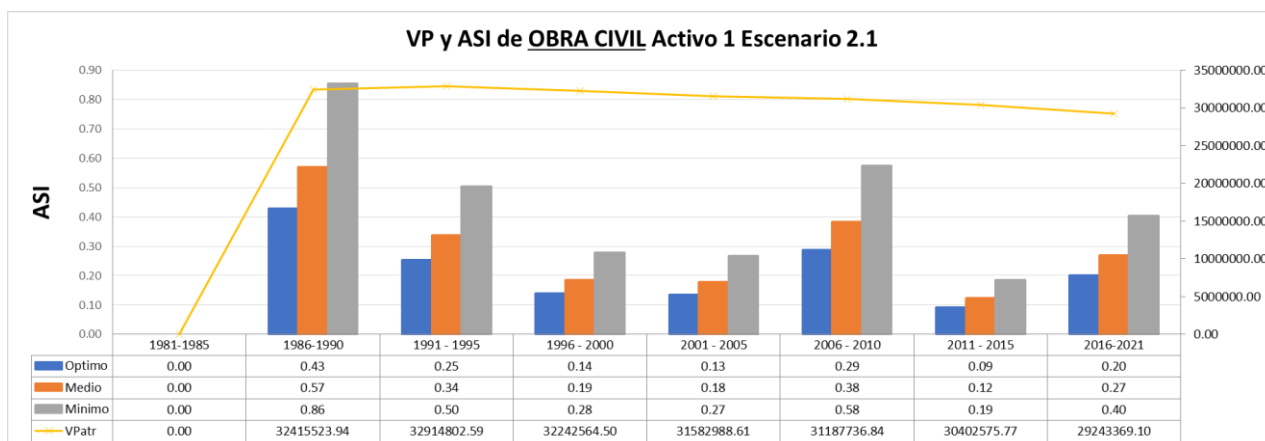


Figura Anejo 2 - 4 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 2.1

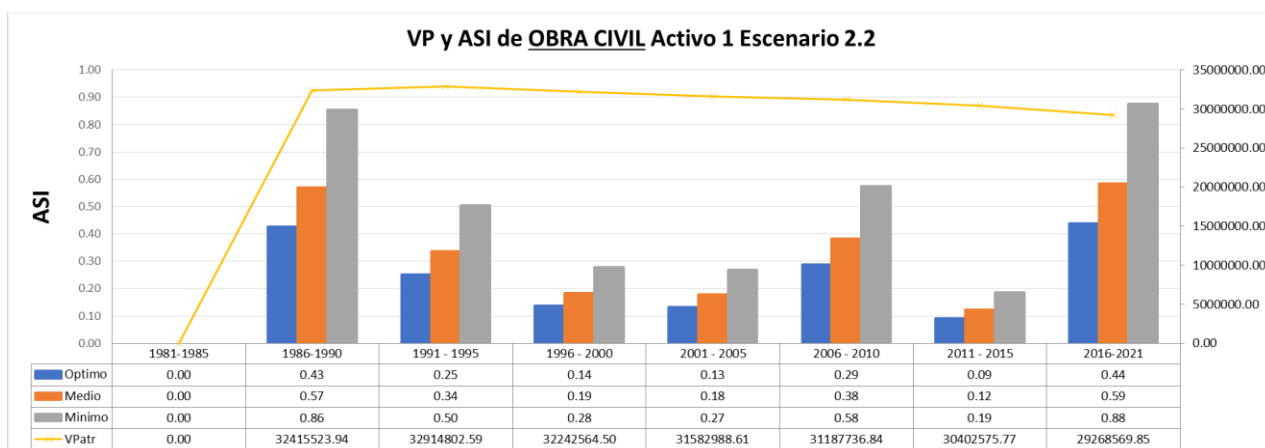


Figura Anejo 2 - 5 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 2.2

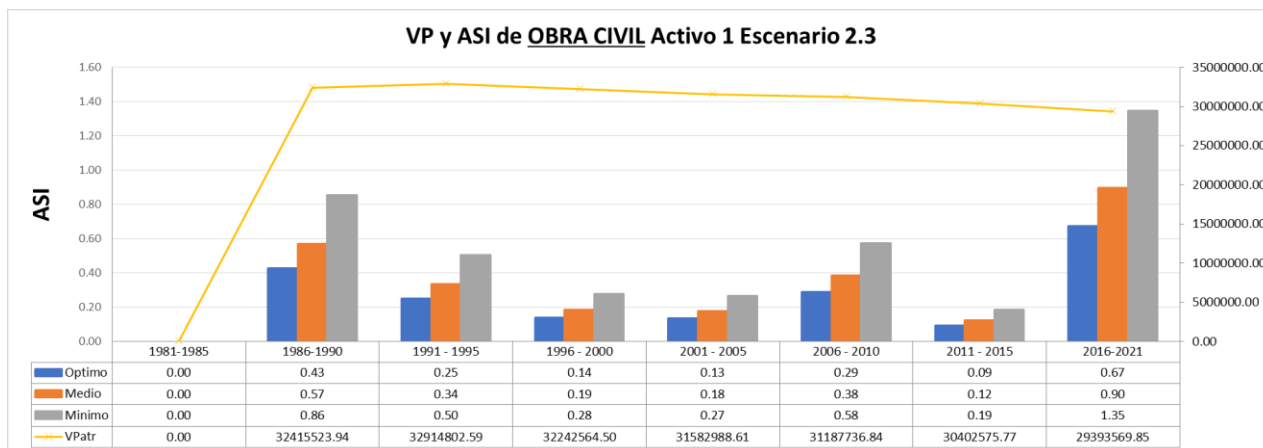


Figura Anejo 2 - 6 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 1 – Obra Civil – Escenario 2.3

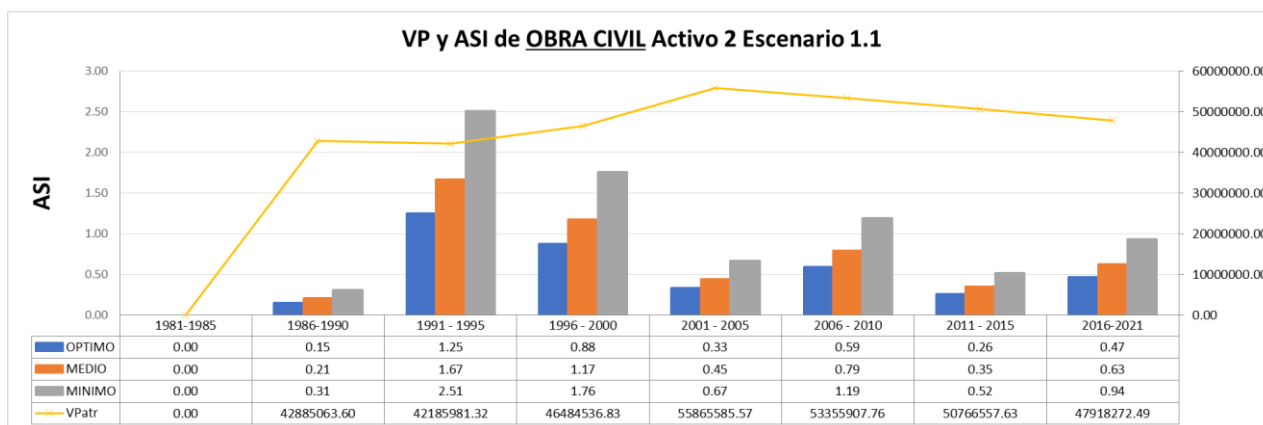


Figura Anejo 2 - 7 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 1.1

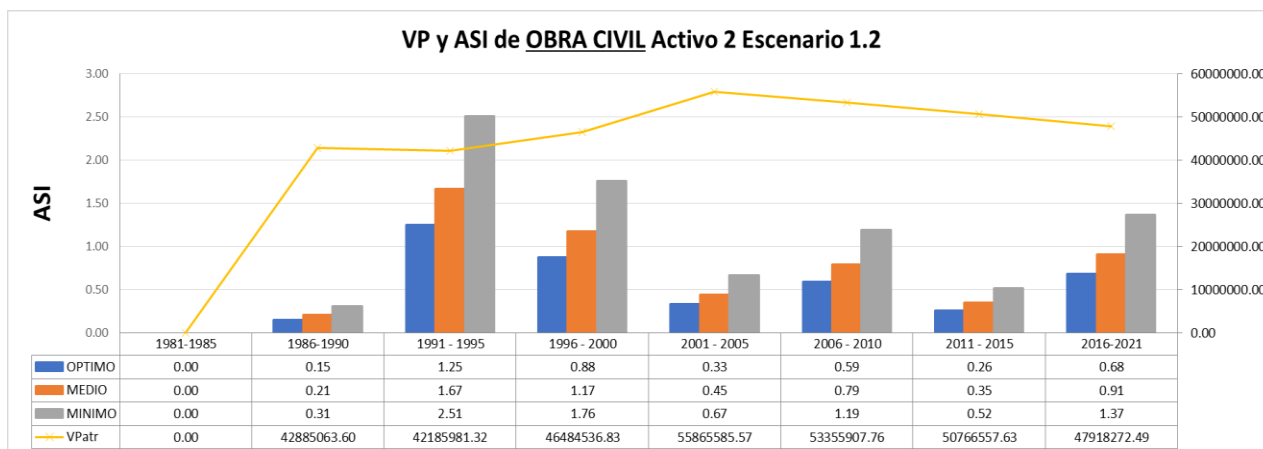


Figura Anejo 2 - 8 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 1.2

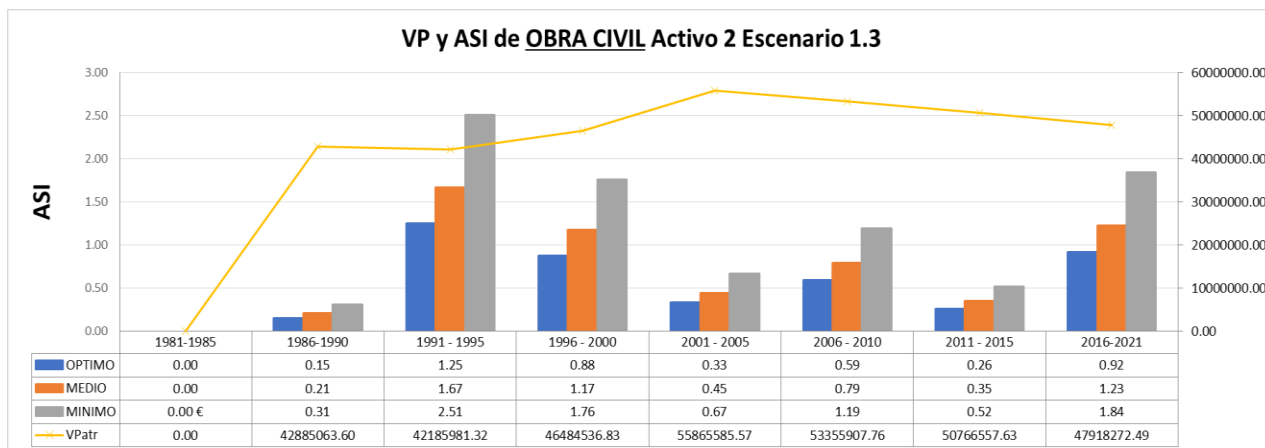


Figura Anejo 2 - 9 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 1.3

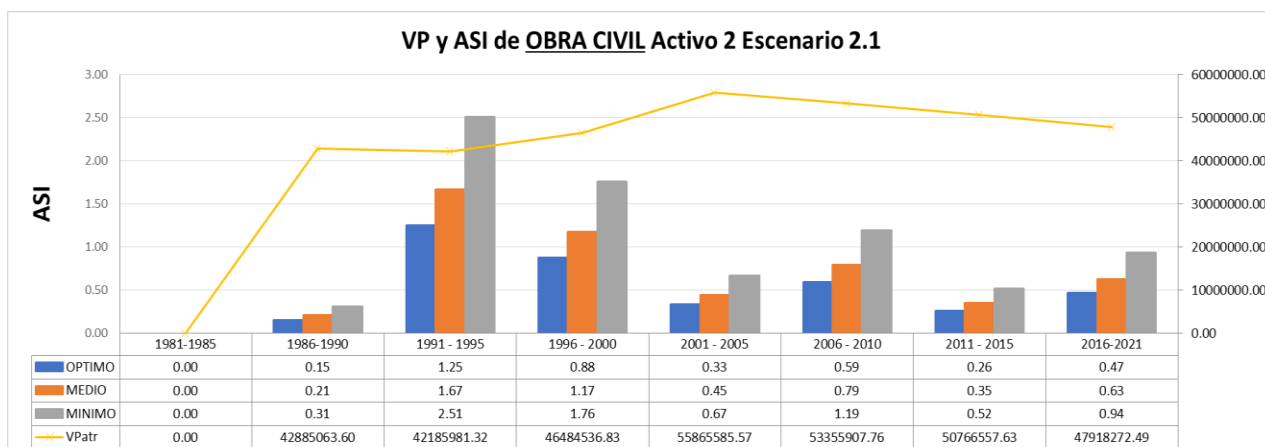


Figura Anejo 2 - 10 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 2.1

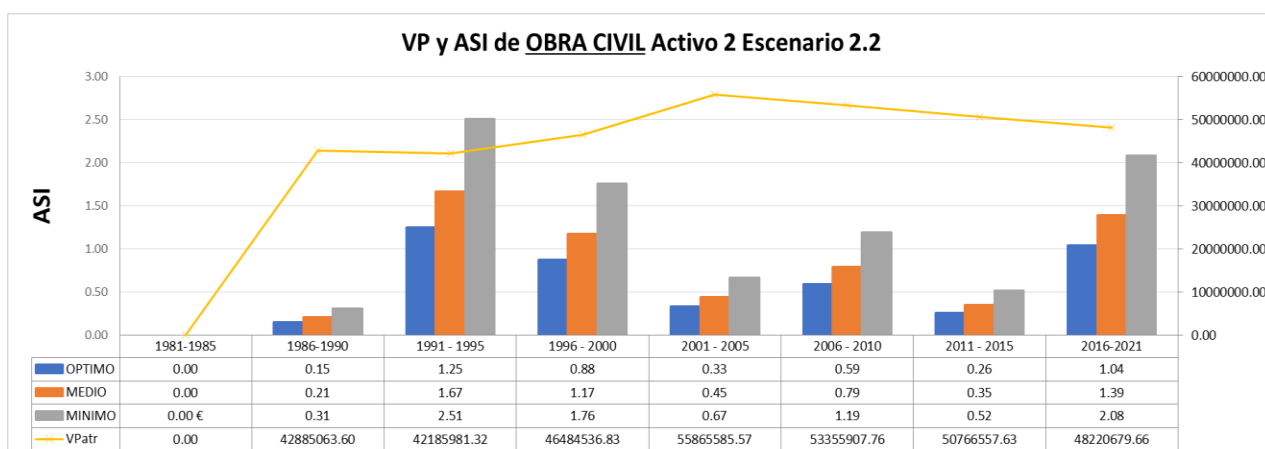


Figura Anejo 2 - 11 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 2.2

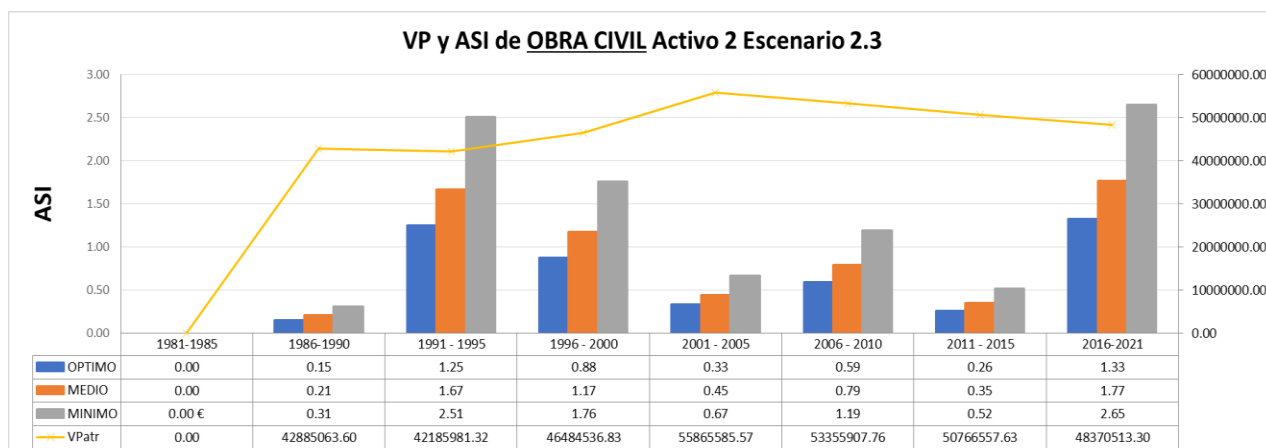


Figura Anejo 2 - 12 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 2 – Obra Civil – Escenario 2.3

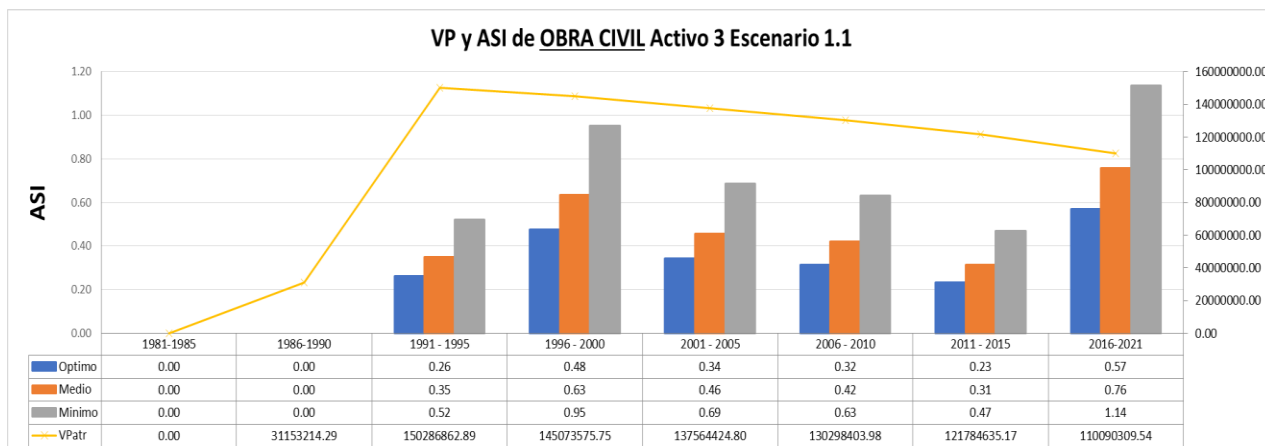


Figura Anejo 2 - 13 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 1.1

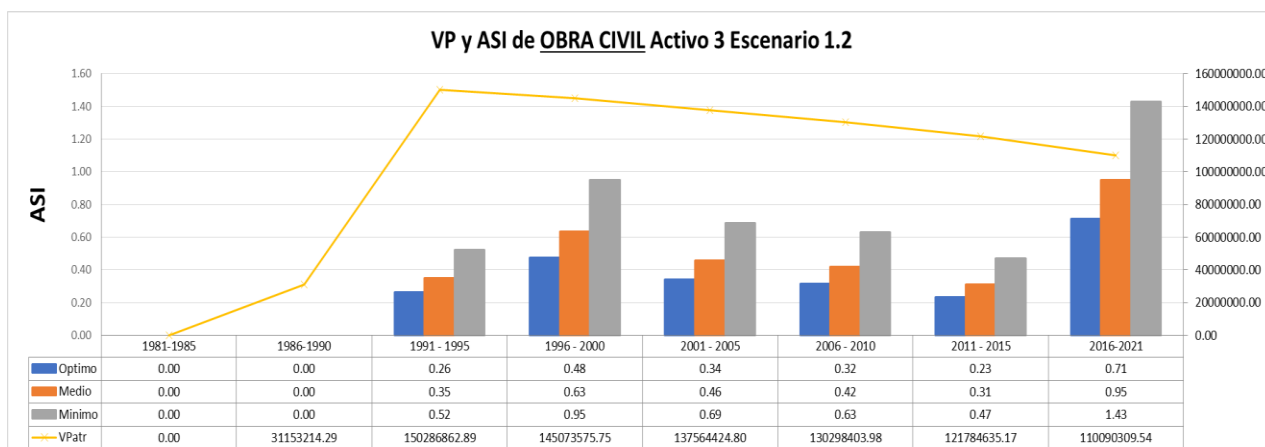


Figura Anejo 2 - 14 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 1.2

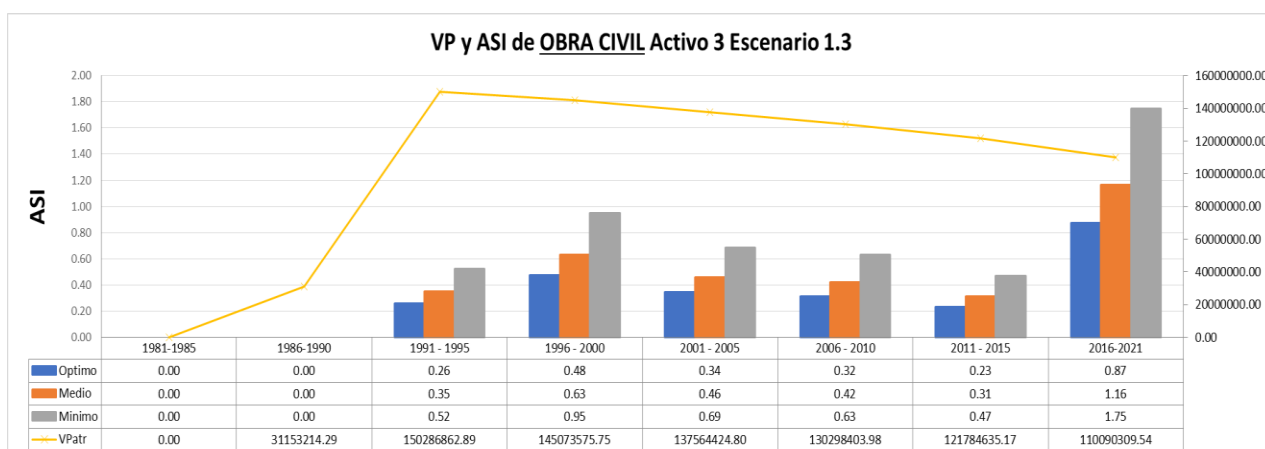


Figura Anejo 2 - 15 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 1.3

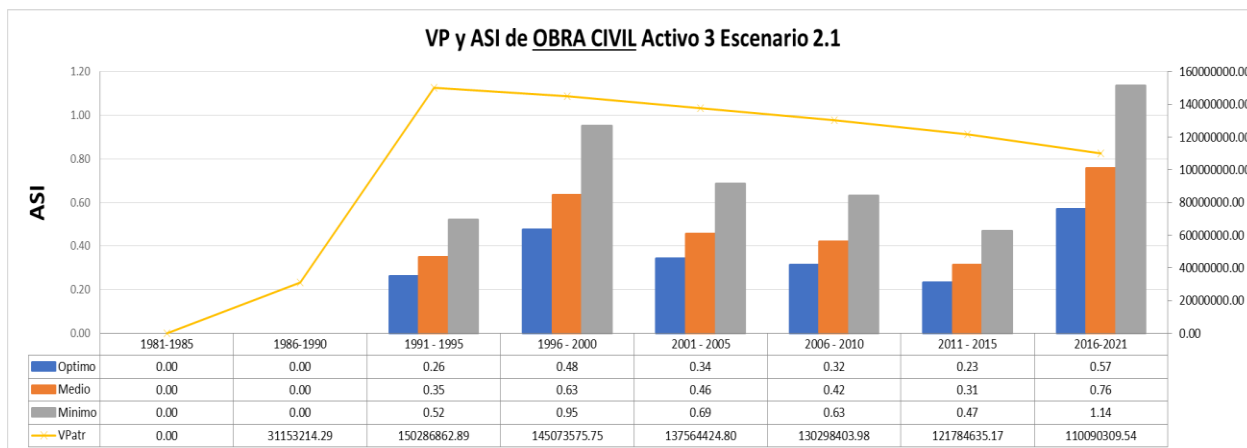


Figura Anejo 2 - 16 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 2.1

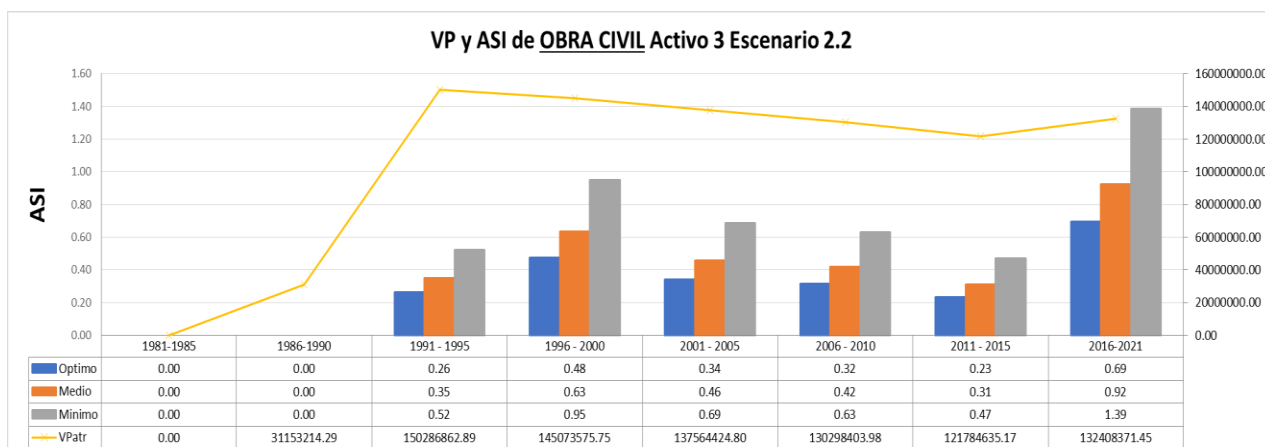


Figura Anejo 2 - 17 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 2.2

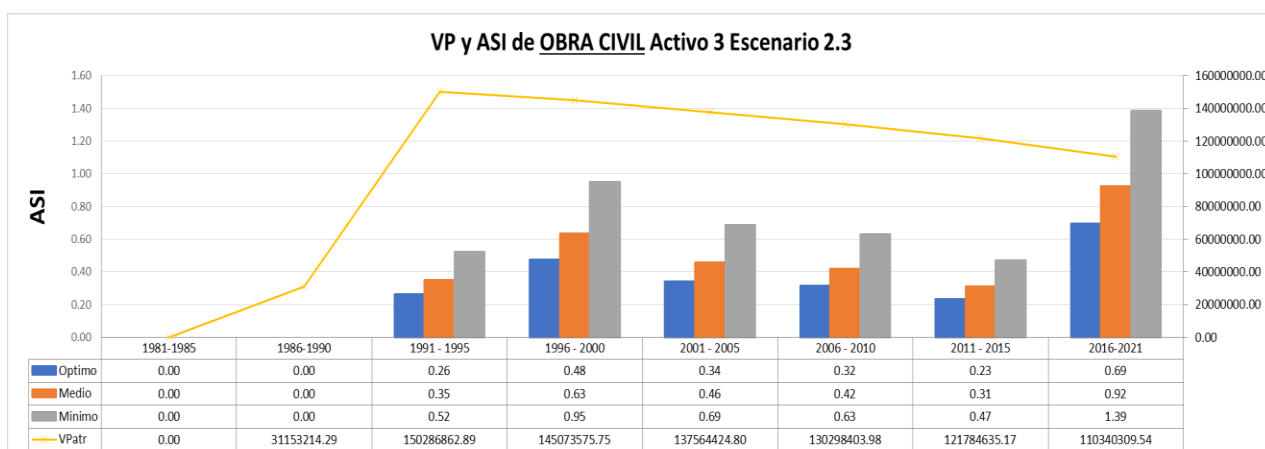


Figura Anejo 2 - 18 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 3 – Obra Civil – Escenario 2.3

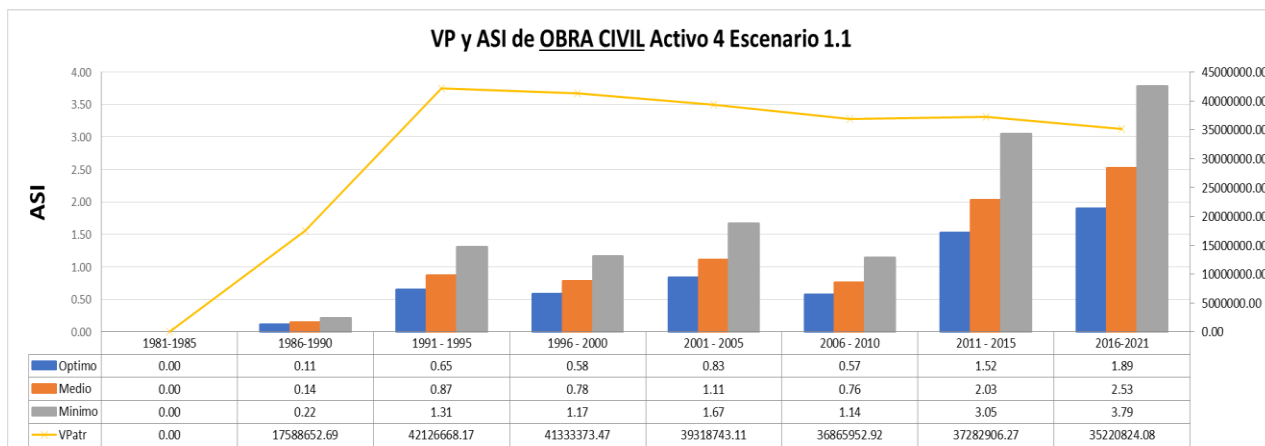


Figura Anejo 2 - 19 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 1.1

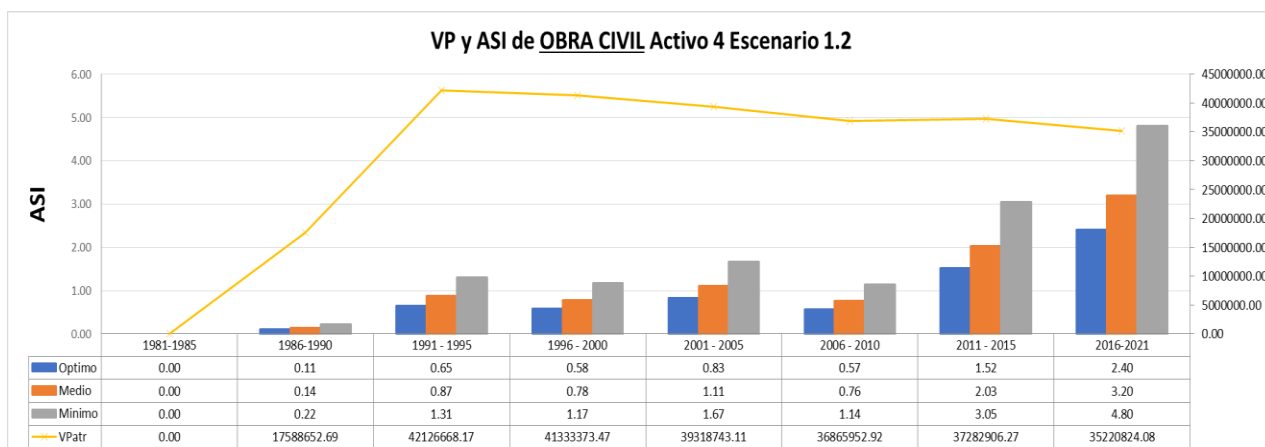


Figura Anejo 2 - 20 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 1.2

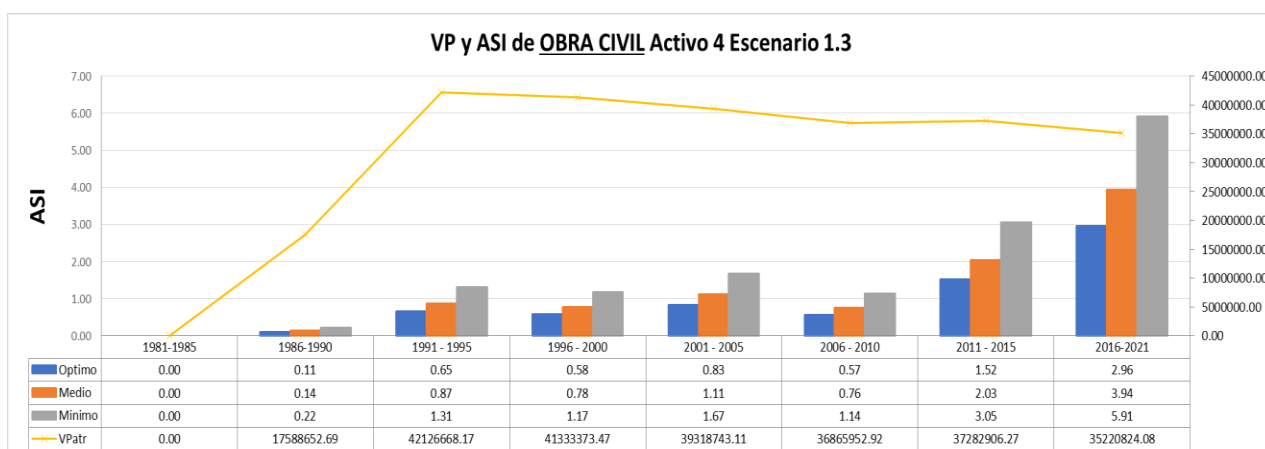


Figura Anejo 2 - 21 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 1.3

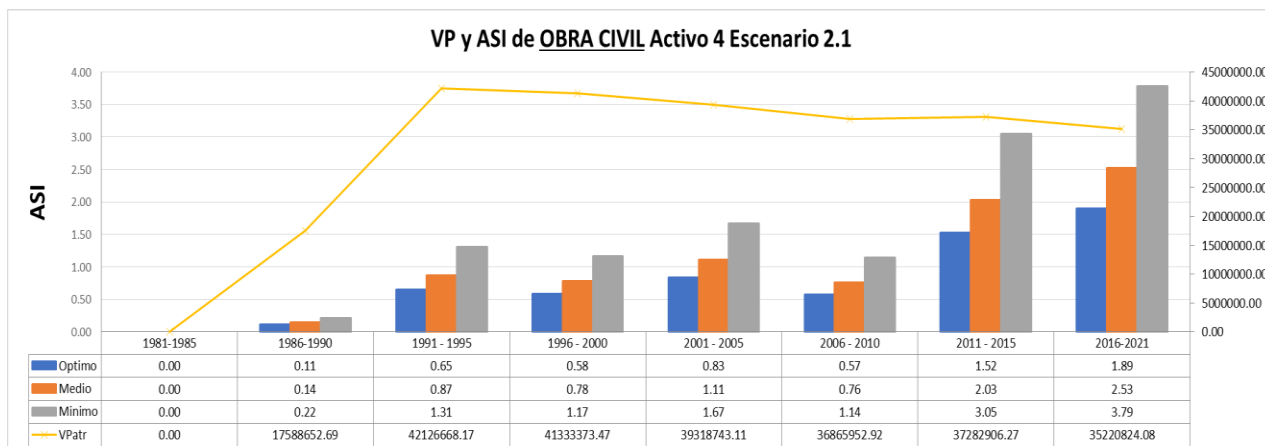


Figura Anejo 2 - 22 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 2.1

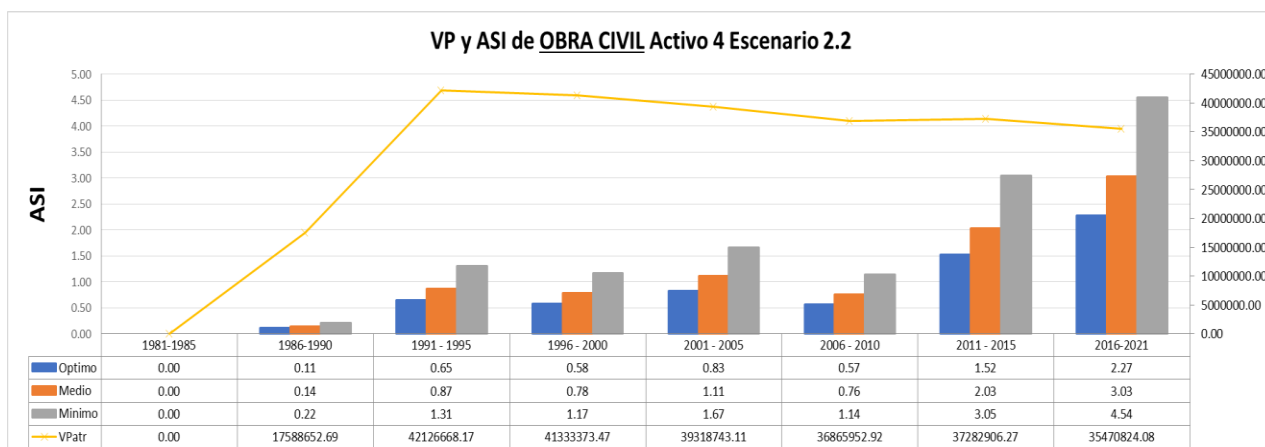


Figura Anejo 2 - 23 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 2.2

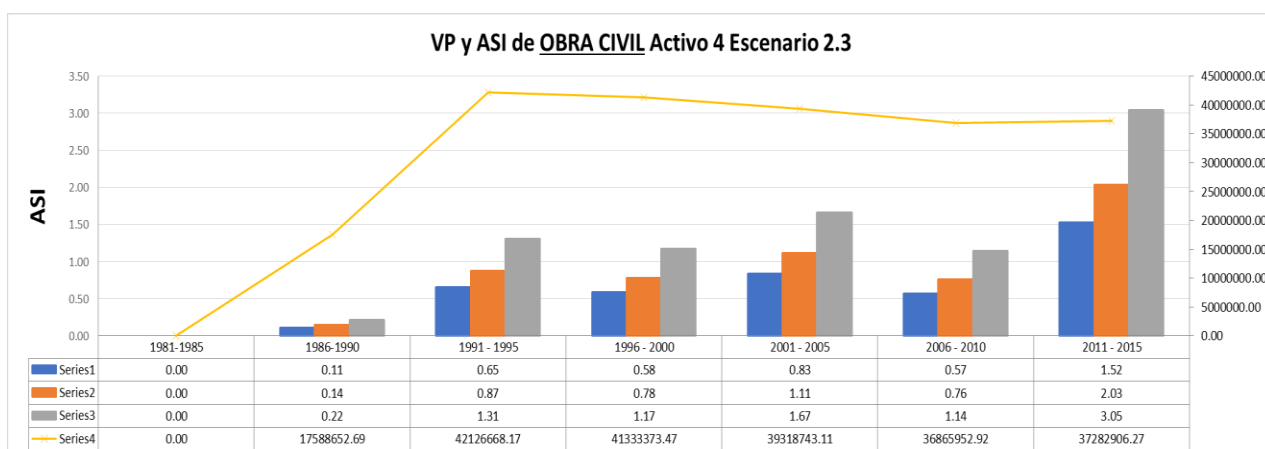


Figura Anejo 2 - 24 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 4 – Obra Civil – Escenario 2.3

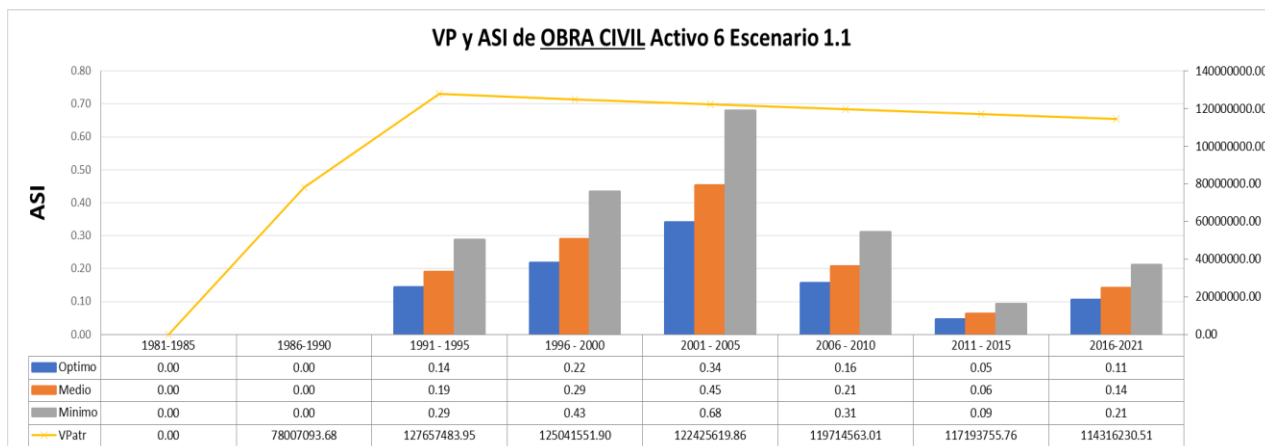


Figura Anejo 2 - 25 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 1.1

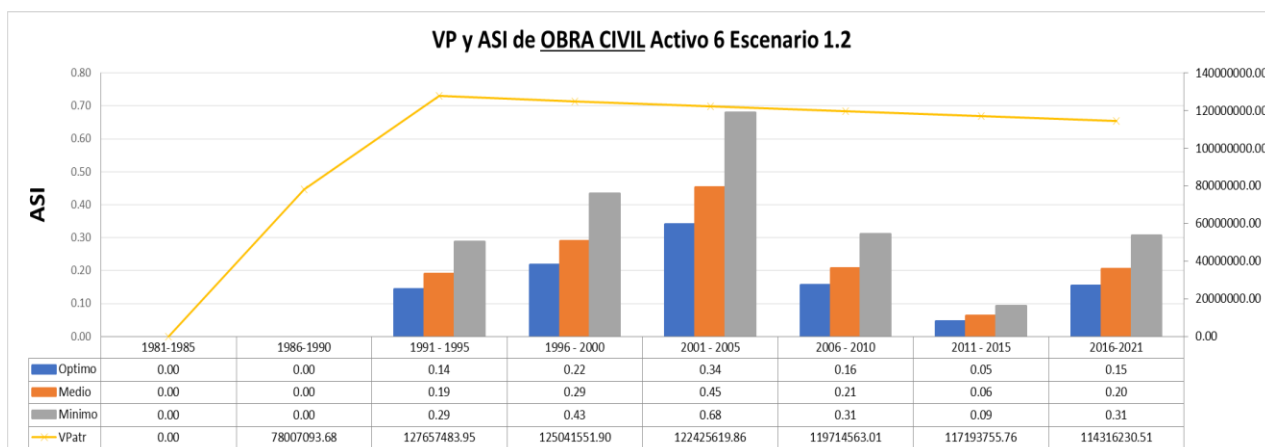


Figura Anejo 2 - 26 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 1.2

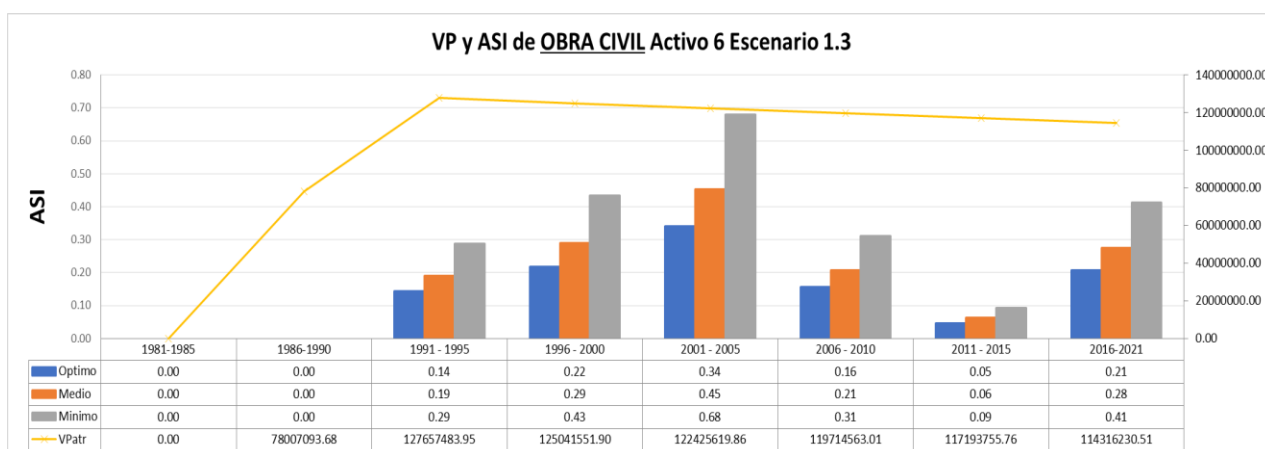


Figura Anejo 2 - 27 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 1.3

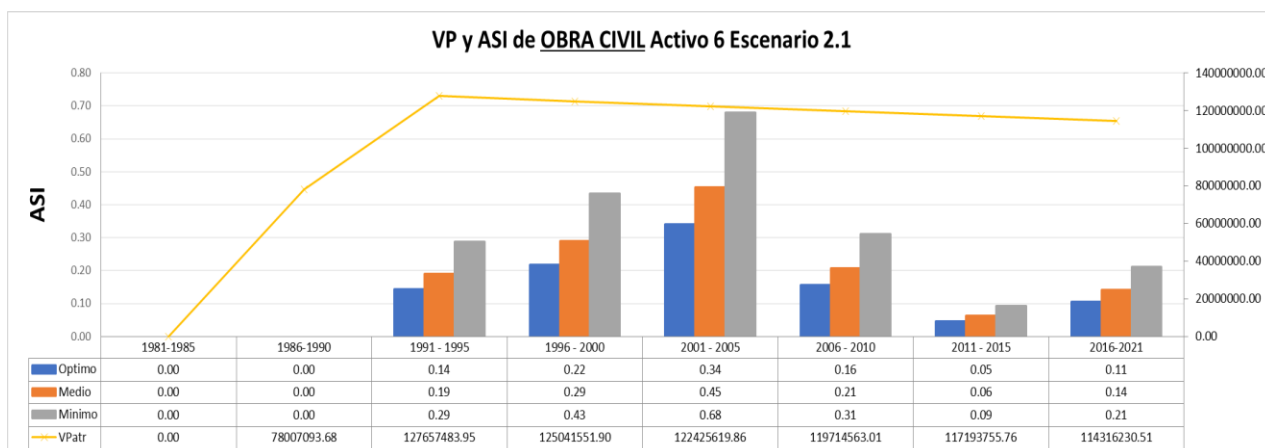


Figura Anejo 2 - 28 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 2.1

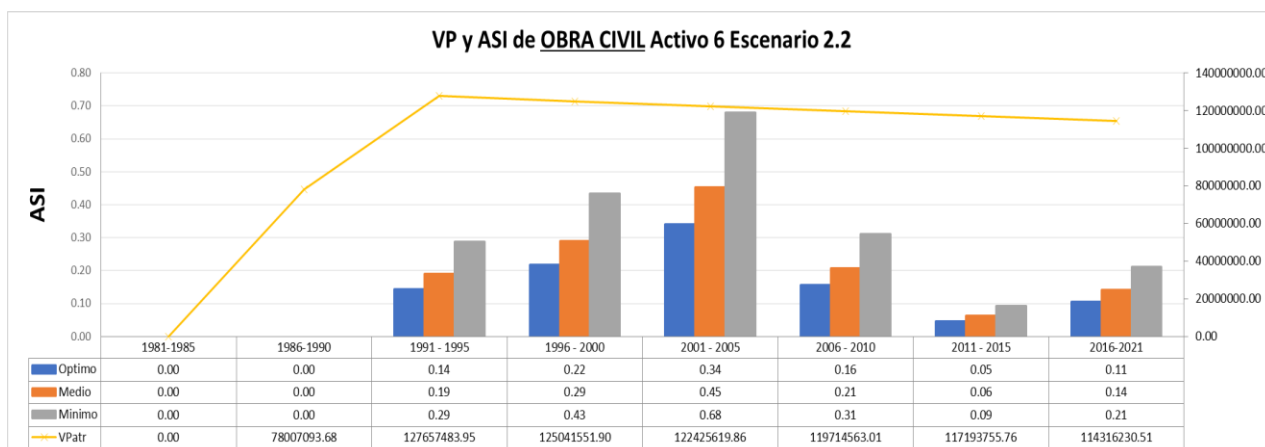


Figura Anejo 2 - 29 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 2.2

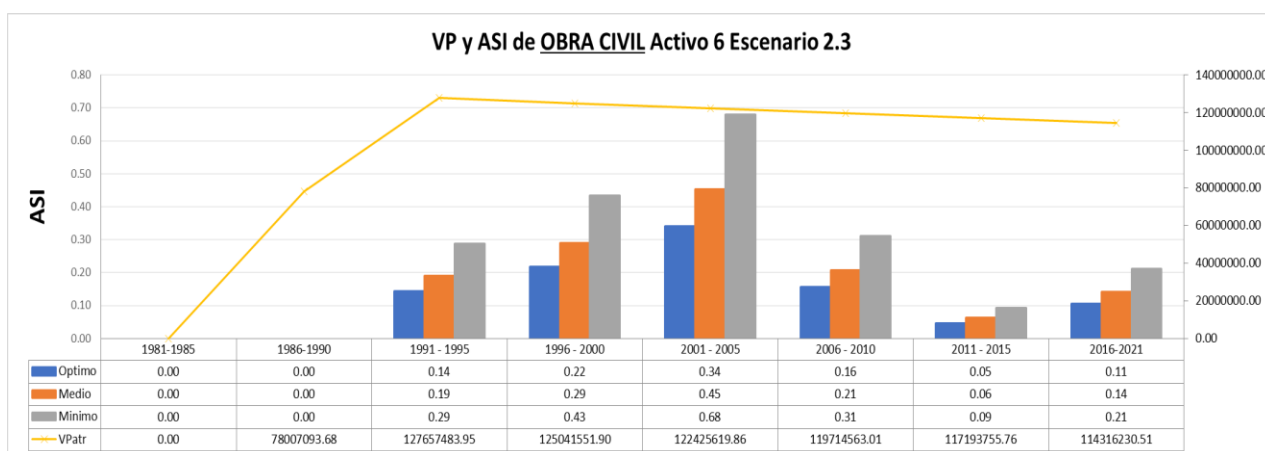


Figura Anejo 2 - 30 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 6 – Obra Civil – Escenario 2.3

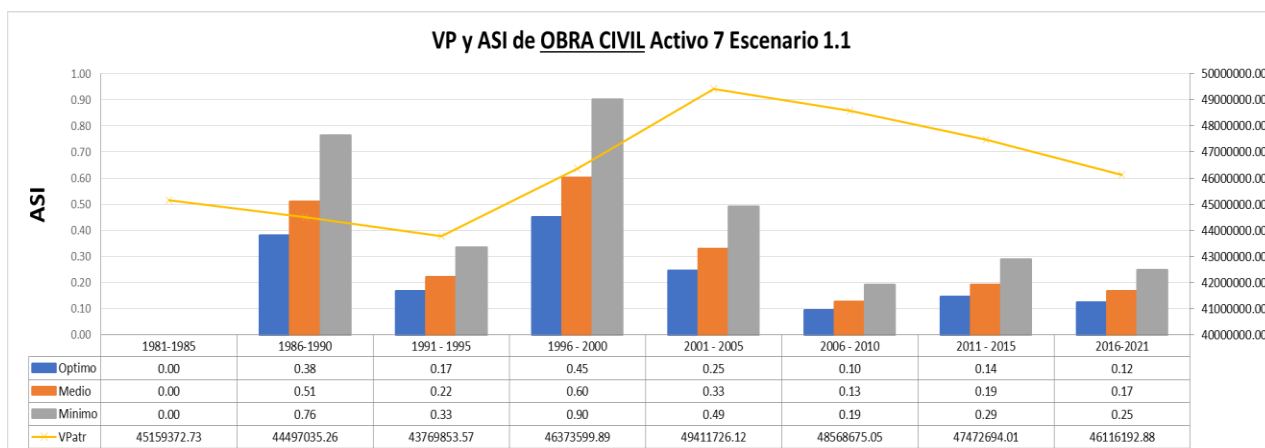


Figura Anejo 2 - 31 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 1.1

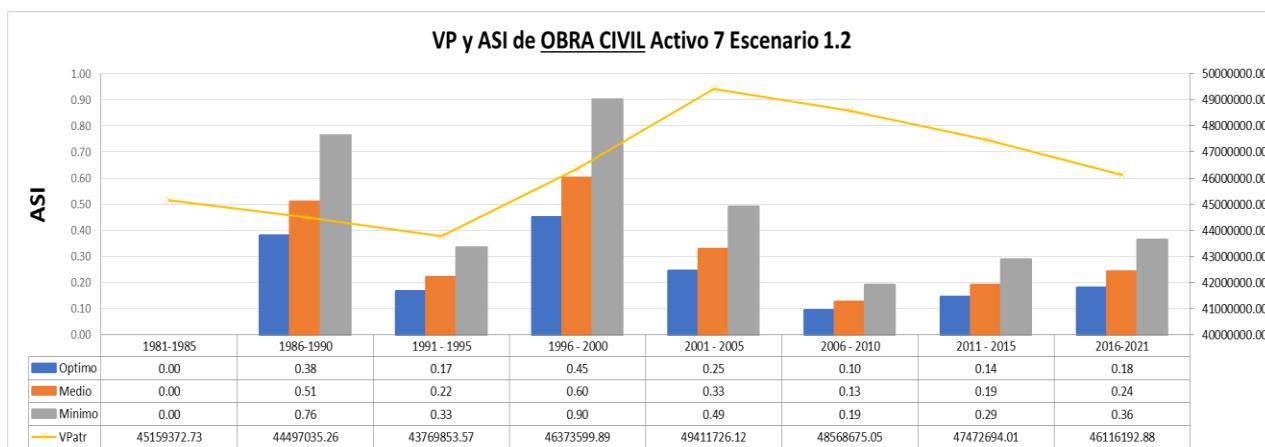


Figura Anejo 2 - 32 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 1.2

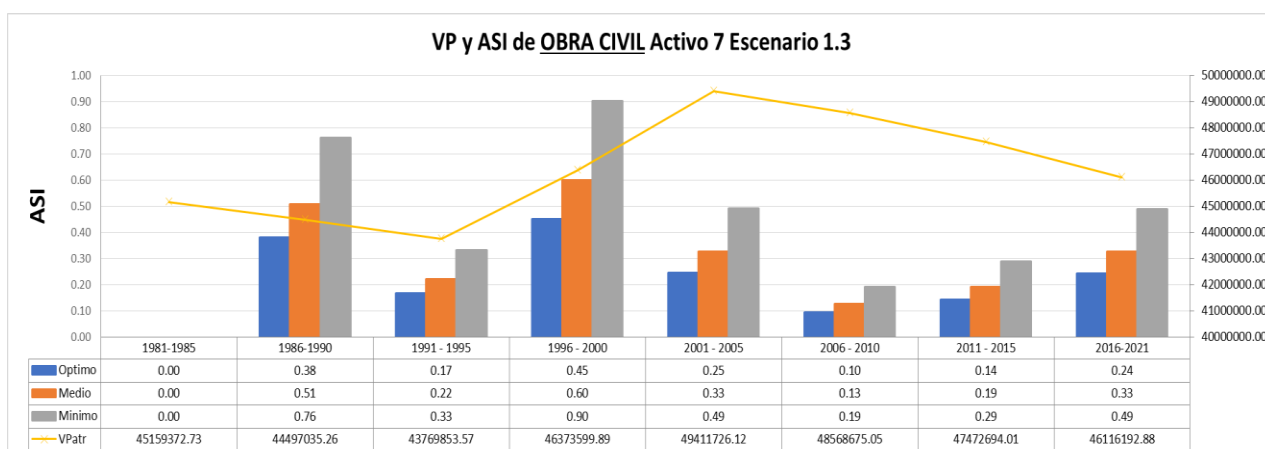


Figura Anejo 2 - 33 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 1.3

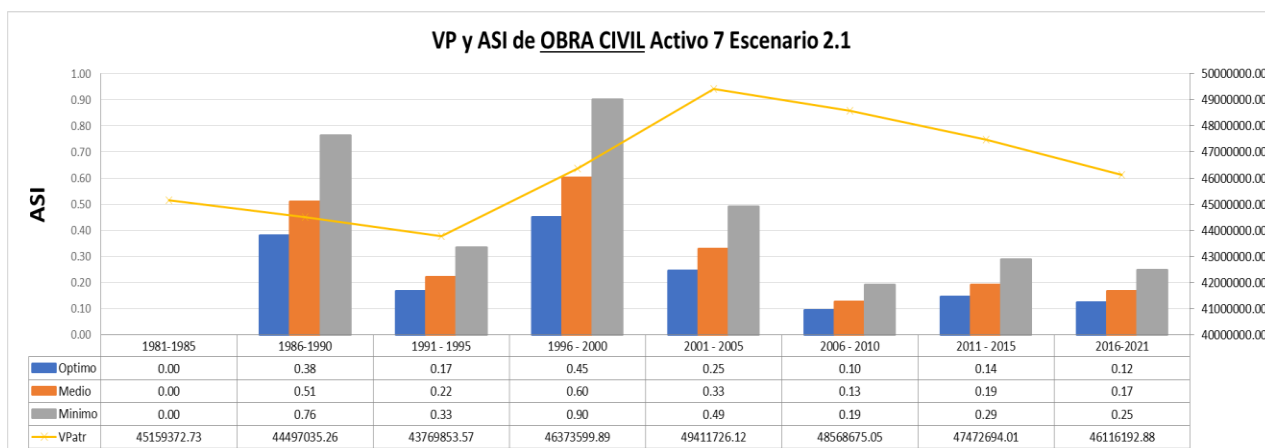


Figura Anejo 2 - 34 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 2.1

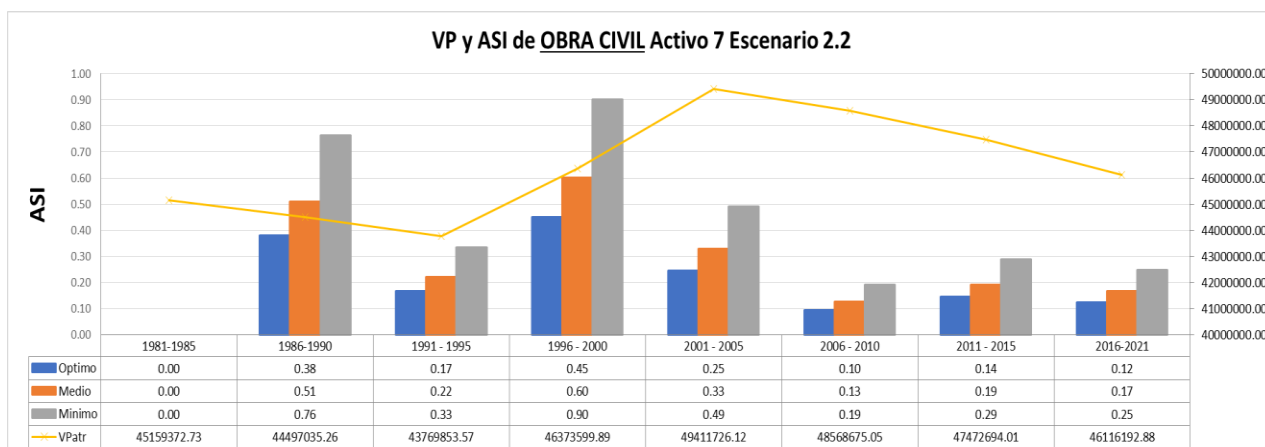


Figura Anejo 2 - 35 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 2.2

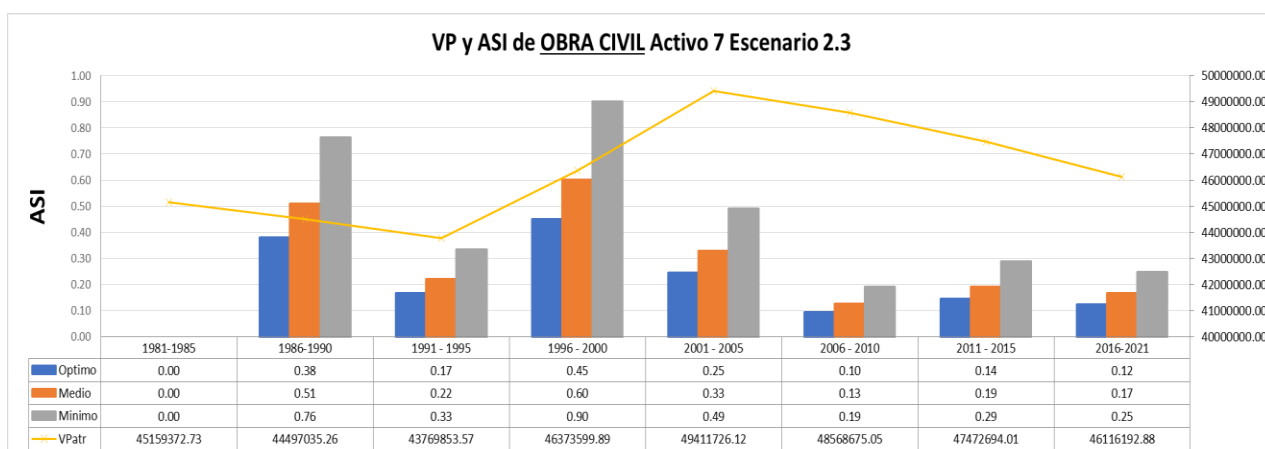


Figura Anejo 2 - 36 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 7 – Obra Civil – Escenario 2.3

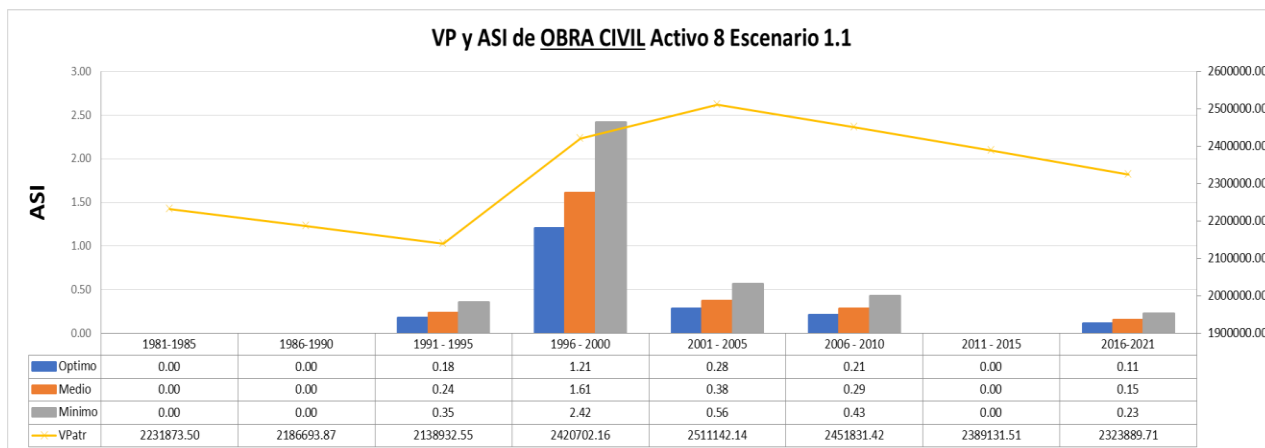


Figura Anejo 2 - 37 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 1.1

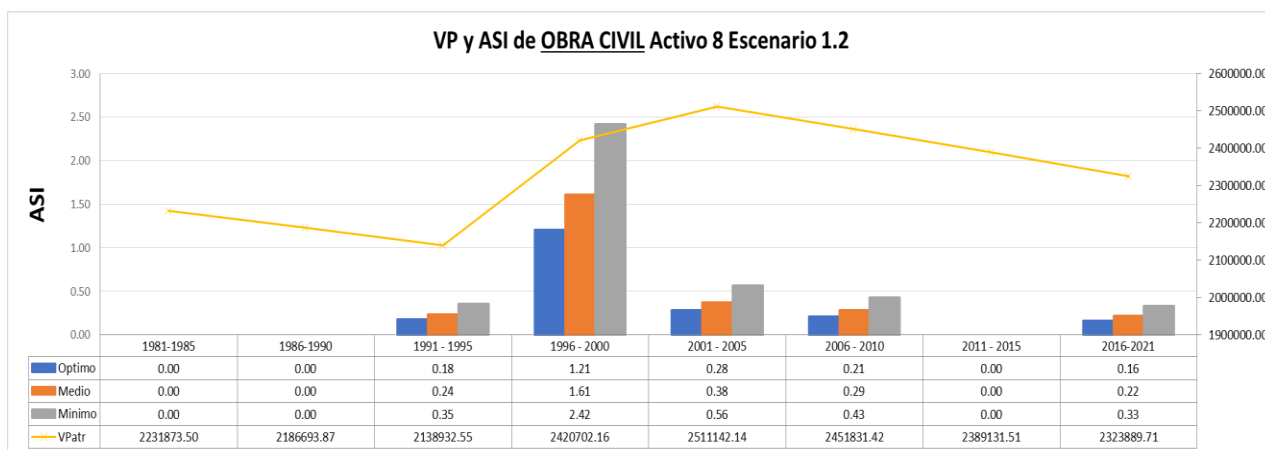


Figura Anejo 2 - 38 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 1.2

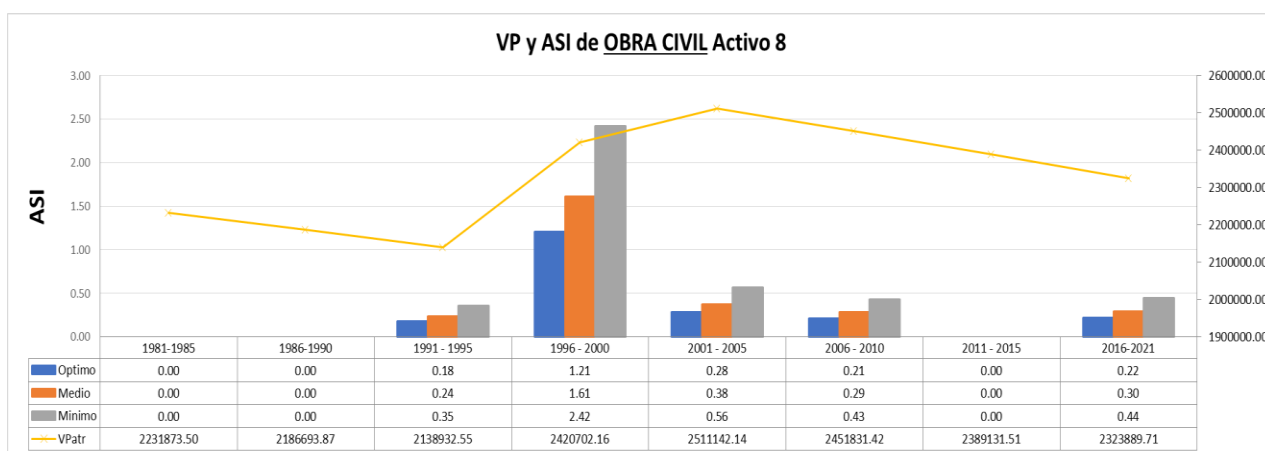


Figura Anejo 2 - 39 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 1.3

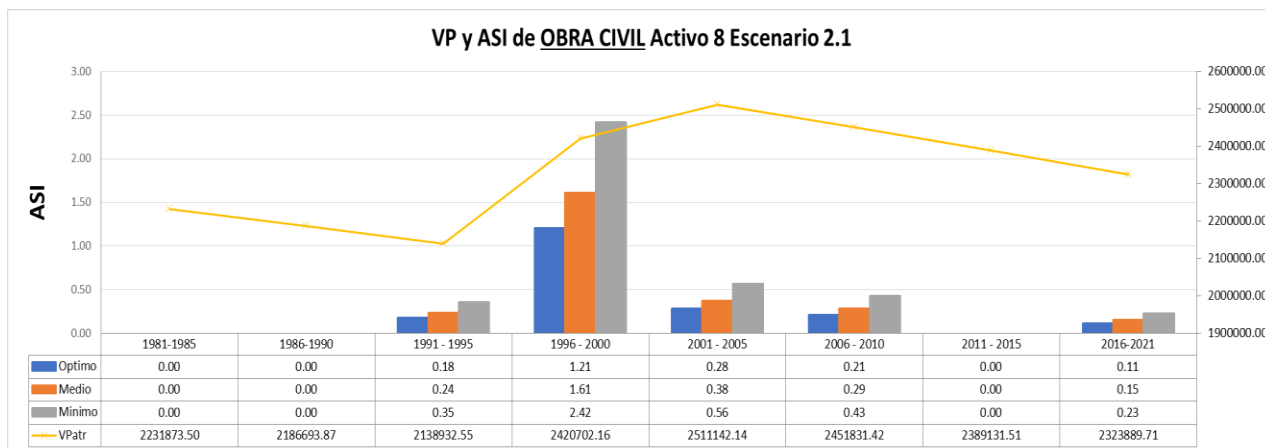


Figura Anejo 2 - 40 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 2.1

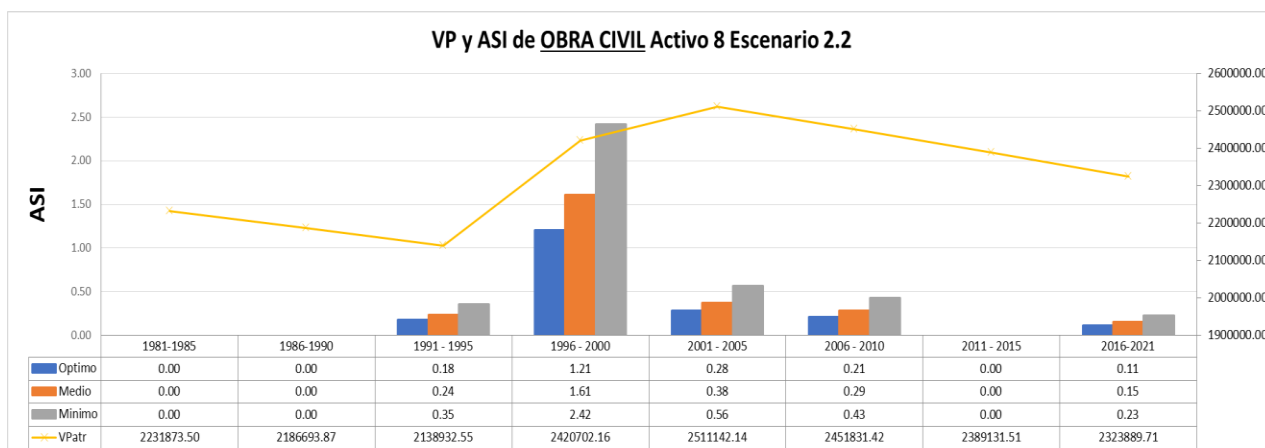


Figura Anejo 2 - 41 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 2.2

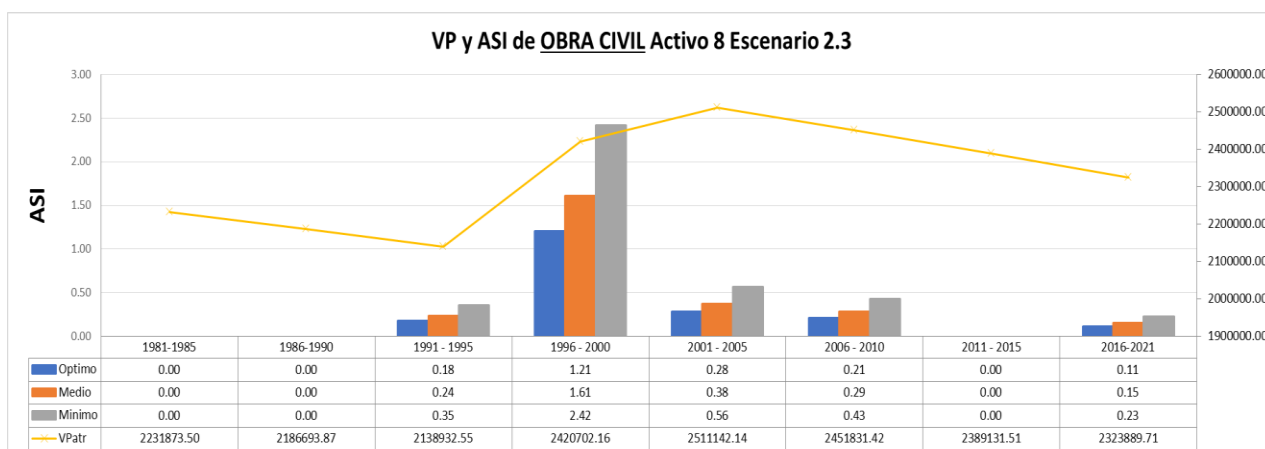


Figura Anejo 2 - 42 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 8 – Obra Civil – Escenario 2.3

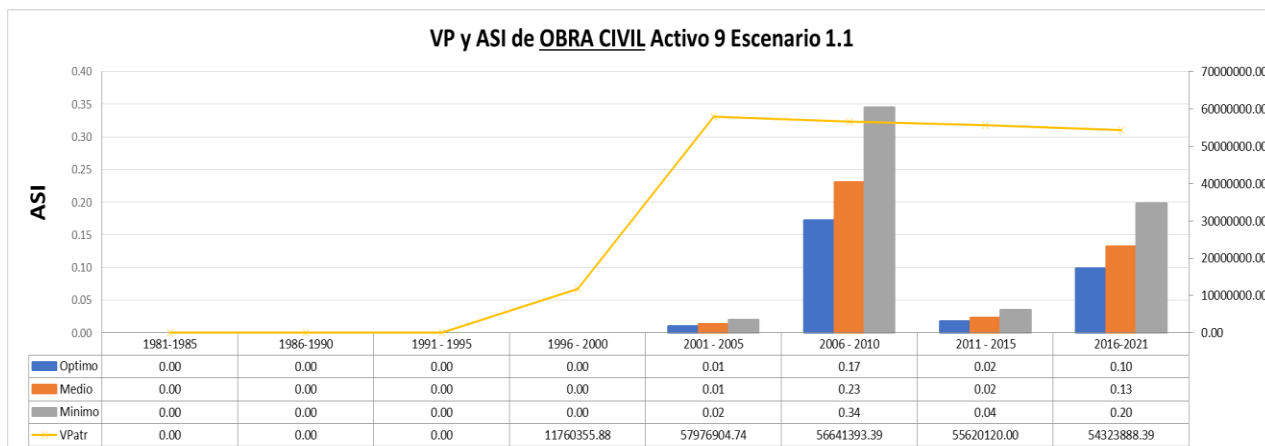


Figura Anejo 2 - 43 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 1.1

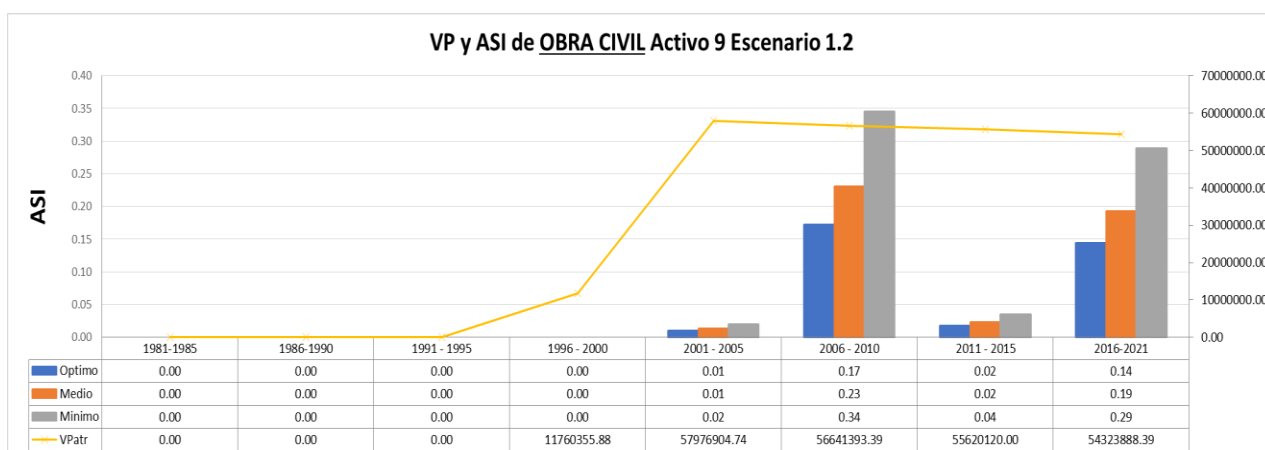


Figura Anejo 2 - 44 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 1.2

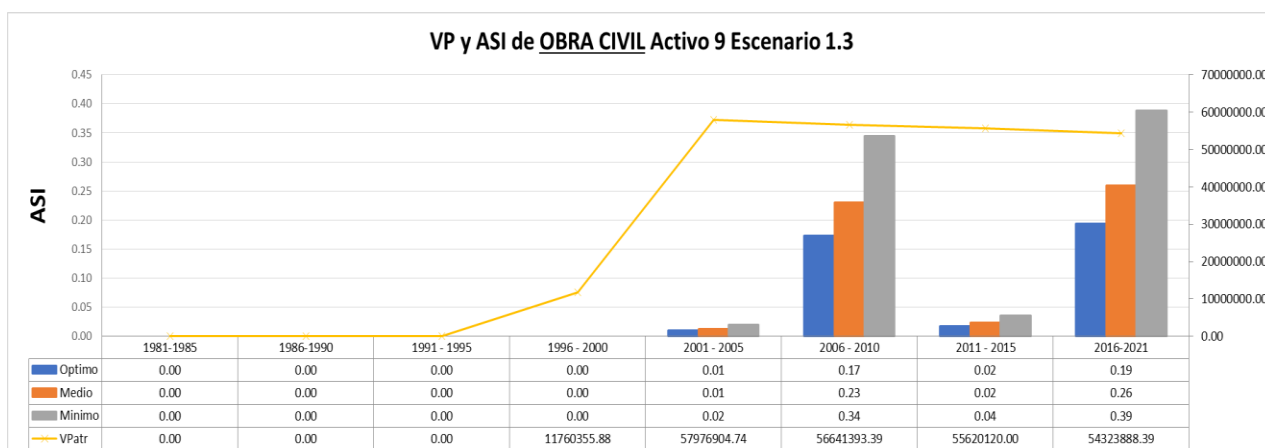


Figura Anejo 2 - 45 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 1.3

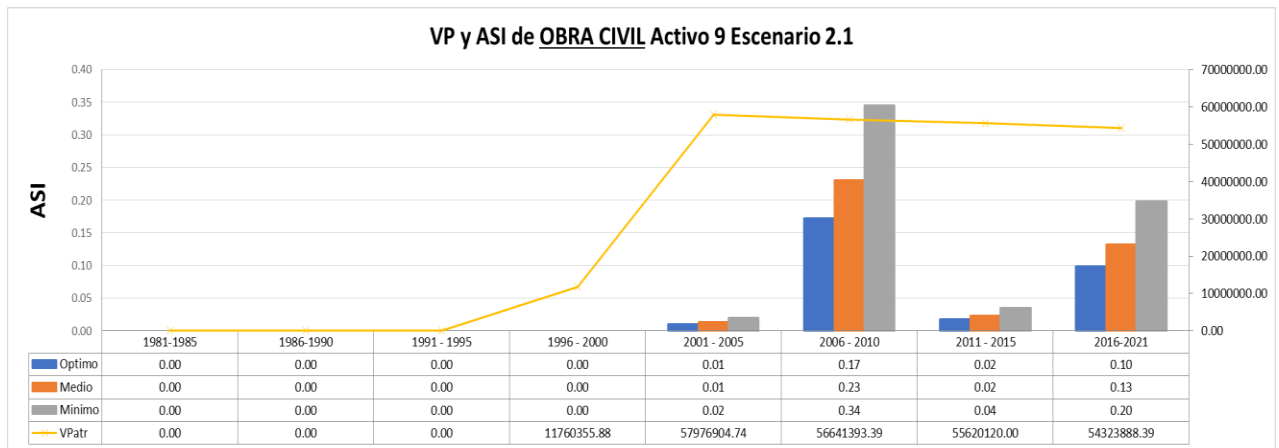


Figura Anejo 2 - 46 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 2.1

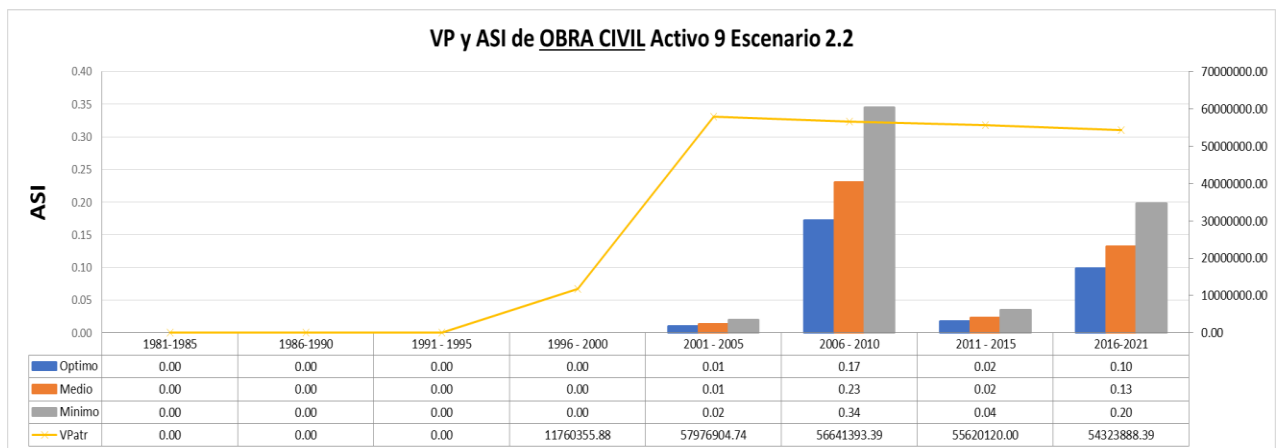


Figura Anejo 2 - 47 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 2.2

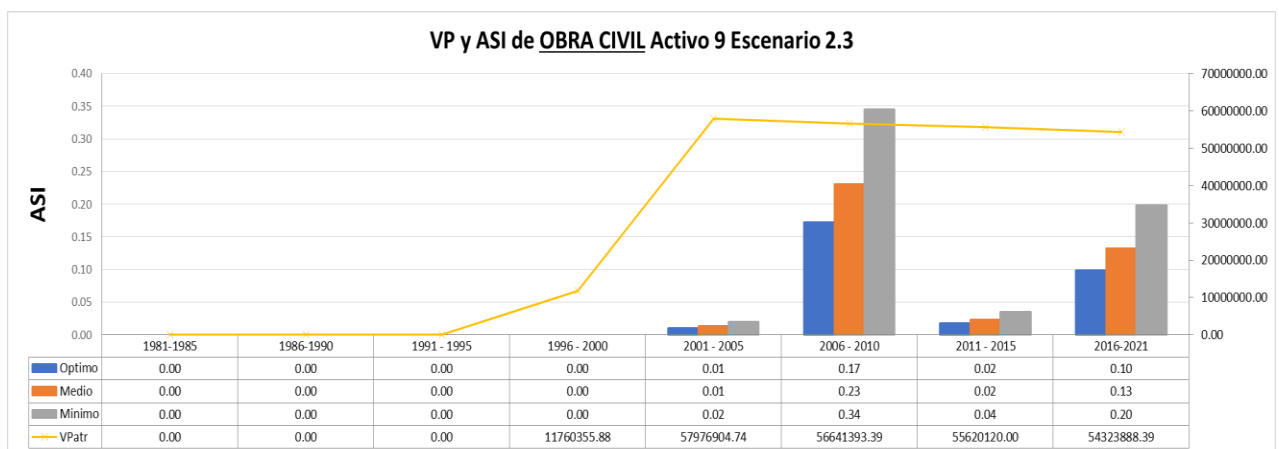


Figura Anejo 2 - 48 Evolución del Valor Patrimonial y el ASI del Activo 9 – Obra Civil – Escenario 2.3

ANEJO Nº3

GESTIÓN DEL RIESGO INDICADORES DE RIESGO

Desde el punto de vista de la gestión del riesgo, y aplicando la metodología explicitada en el Capítulo 3, se ha procedido a confeccionar una serie de fichas tipo, que han sido el soporte de la encuesta realizada entre el personal técnico responsable de la explotación.

Las citadas fichas se han confeccionado teniendo como soporte la información disponible en las Normas de explotación redactadas para los distintos embalses siguiendo las instrucciones dictadas en su día por la Dirección General del Agua, en base a normativa general:

- Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.
- Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones.

Y la normativa metodológica específica:

- Guías Técnicas de Seguridad de Presas.
- Recomendaciones para la elaboración de la Revisión Periódica de las Presas en la versión del borrador 8.3. del 14/06/02, redactado por la en su día Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente.

Una vez confeccionada las mismas y sometidas a la encuesta entre el citado personal, se ha procedido al cálculo de los indicadores correspondientes a los diferentes activos y consecuentemente a los subsistemas derivados de los mismos, lo que nos proporciona una información de carácter cuantitativo aunque claramente subjetiva, pero no por ello menos válida, que nos permitirá acometer conjuntamente con los indicadores calculados la priorización de las posibles actuaciones a acometer en los ciclos de vigencia, que recordamos son de 6+6 años, del Plan Estratégico de Gestión de Activos.

Conviene indicar aquí que a la vista de los resultados obtenidos y dada la diferente “durabilidad” que presentan las diferentes tipologías que componen un determinado activo, el análisis del riesgo se ha realizado finalmente por las citadas tipologías, mediante agregación de los resultados obtenidos en los distintos activos para un determinado subsistema, es decir el riesgo combinado se determina por la formulación indicada en el apartado 3.3, pero para las tipologías semejantes.

La citada encuesta está reflejada en el archivo Excel “EVALUACION MADUREZ Y RIESGOS SUBSISTEMAS”, la cual pasamos a describir a continuación.

Las distintas hojas denominadas “Activo X” incluyen el resultado de las encuestas de cada uno de los activos desglosada por subelementos y tipologías, respondidas por los técnicos responsables de las infraestructuras.

A continuación se muestra la totalidad de las encuestas correspondientes al Activo 1 en su situación inicial y tras la aplicación de los distintos escenarios.

Tabla Anejo 3 - 1 Encuesta Riesgo Subelemento 1 Activo 1 situación inicial.

		FICHA TIPO EVALUACIÓN RIESGO				
SISTEMA	Único de Explotacion					
SUBSISTEMA	5					
ACTIVO	1	AZUD DE DERIVACION				
CÓDIGO	07010501PR14					
COORDENADA X	644,369					RIESGO GLOBAL
COORDENADA Y	4,224,986					7.06
OBRA CIVIL		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						5.01
Deslizamientos		1	2	3	A lo largo de su vida útil ha venido recibiendo aterramientos que han precisado la ejecución de actuaciones para aumentar su almacenamiento	EVALUACIÓN MEDIO
Acarreos/Sedimentos		3	2	5		
Estructuras		0	1	1		
Obras fábrica		0	1	1		
Juntas		1	2	3		
Filtraciones		1	2	3		
EL. ELECTROMECÁNICOS		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						7.05
Corrosión		4	1	5	Han sido numerosas las actuaciones encaminadas a la reparación y en su caso reposición, particularmente bombas y valvulería. Hay elementos fuera de servicio.	EVALUACIÓN ALTO
Alineación/deformaciones		3	3	6		
Asientos		1	1	2		
Vibraciones		3	1	4		
Roturas		2	3	5		
Anclajes		1	1	2		
Juntas		4	3	7		
Neumática		3	1	4		
INSTRUMENTACIÓN		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						4.02
Sensorización		3	1	4	La instrumentación disponible, ha sido necesaria su reposición por obsolescencia en breves periodos de tiempo	EVALUACIÓN MEDIO
Transmisor		2	0	2		
Controlador		2	0	2		
Elem. Final		1	1	2		
Circuito electr.		2	0	2		
ELEMENTOS ELÉCTRICOS		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						5.09
Grupo electrógeno		0	1	1	Han sido numerosos las actuaciones de conservación, mantenimiento y reposición en los motores y cableados eléctricos. Hay elementos fuera de servicio.	EVALUACIÓN MEDIO
Iluminación		1	0	1		
Cableado/Conmutadores		1	2	3		
Recalentamiento Motores		2	1	3		
Corrosión chasis máquinas		3	1	4		
Desgaste cojinetes		3	2	5		
Fugas aceite		2	1	3		
Estado cuadros eléctricos		2	2	4		
Adecuación legal		0	0	0		
EDIFICACION		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						2.40
Pintura exterior/interior		1	1	2	No constan, deficiencias fuera de las habituales actuaciones de pintura y mantenimiento periodicas	EVALUACIÓN BAJO
Grietas		1	0	1		
Asientos		1	1	2		
Goteras		1	0	1		
Daño estructural		0	1	1		
Defectos iluminación		1	0	1		
Defectos señalizacion		1	0	1		
		0	0			
CAMINOS		FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
						3.34
Señalizacion horizontal		2	1	3	Es preciso el mantenimiento adecuado, por ser vías con un cierto transito local, no exclusivo de la explotación.	EVALUACIÓN BAJO
Señalización vertical		2	1	3		
Deformaciones		1	1	2		
Rodadura		1	1	2		
Daño estructural		0	1	1		

Tabla Anejo 3 - 2 Encuesta Riesgo Subelemento 2 Activo 1 situación inicial.

FICHA TIPO EVALUACIÓN RIESGO					
SISTEMA	Único de Explotación				
SUBSISTEMA	5				
ACTIVO	1	ESTACIÓN ELEVADORA			
CÓDIGO	07010501PR14				
COORDENADA X	644,369				
COORDENADA Y	4,224,986				
					RIESGO GLOBAL
					8.01
OBRA CIVIL	FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
					2.35
Deslizamientos	0	1	1	A lo largo de su vida útil ha venido recibiendo aterramientos que han precisado la ejecución de actuaciones para aumentar su almacenamiento	EVALUACIÓN BAJO
Acarreos/Sedimentos	0	0	0		
Estructuras	1	1	2		
Obras fábrica	1	1	2		
Juntas	0	0	0		
Filtraciones	0	1	1		
EL. ELECTROMECÁNICOS	FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
	0	0			5.61
Corrosión	4	1	5	Han sido numerosas las actuaciones encaminadas a la reparación y en su caso reposición, particularmente bombas y valvulería. Hay elementos fuera de servicio.	EVALUACIÓN MEDIO
Alineación/deformaciones	3	1	4		
Asientos	1	1	2		
Vibraciones	3	0	3		
Roturas	3	2	5		
Anclajes	1	1	2		
Juntas	4	1	5		
Neumática	4	1	5		
INSTRUMENTACIÓN	FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
					4.34
Sensorización	3	1	4	La instrumentación disponible, ha sido necesaria su reposición por obsolescencia en breves periodos de tiempo	EVALUACIÓN MEDIO
Transmisor	3	1	4		
Controlador	2	1	3		
Elem. Final	1	2	3		
Circuito electr.	1	0	1		
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
					8.00
Grupo electrógeno	1	1	2	Han sido numerosos las actuaciones de conservación, mantenimiento y reposición en los motores y cableados eléctricos. Hay elementos fuera de servicio.	EVALUACIÓN MUY ALTO
Iluminación	1	0	1		
Cableado/Conmutadores	4	2	6		
Recalentamiento Motores	2	0	2		
Corrosión chasis máquinas	3	0	3		
Desgaste cojinetes	3	0	3		
Fugas aceite	2	0	2		
Estado cuadros eléctricos	4	4	8		
Adecuación legal	0	2	2		
EDIFICACION	FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
					4.02
Pintura exterior/interior	1	1	2	No constan, deficiencias fuera de las habituales actuaciones de pintura y mantenimiento periódicas	EVALUACIÓN MEDIO
Grietas	1	0	1		
Asientos	1	1	2		
Goteras	1	0	1		
Daño estructural	1	3	4		
Defectos iluminación	2	0	2		
Defectos señalización	2	0	2		
CAMINOS	FREC.	CONS.	V. RIESGO	OBSERVACIONES	VALOR RIESGO
					3.34
Señalización horizontal	3	0	3	Es preciso el mantenimiento adecuado, por ser vías con un cierto tránsito local, no exclusivo de la explotación.	EVALUACIÓN BAJO
Señalización vertical	3	0	3		
Deformaciones	1	1	2		
Rodadura	1	1	2		
Daño estructural	0	1	1		

Tabla Anejo 3 - 3 Resumen Riesgo Activo 1 situación inicial.

FICHA TIPO EVALUACIÓN RIESGO					
SISTEMA	Único de Explotación				
SUBSISTEMA	5				
ACTIVO	1	AZUD DE DERIVACIÓN			RIESGO
RESUMEN DE LA VALORACION DEL RIESGO DEL ACTIVO GLOBAL				8.05	MUY ALTO
RESUMEN DE LA VALORACION DEL RIESGO DEL ACTIVO POR TIPOLOGIAS					
	OBRA CIVIL			5.01	MEDIO
	OBSERVACIONES	A lo largo de su vida útil ha venido recibiendo aterramientos que han precisado la ejecución de actuaciones para aumentar su almacenamiento.			
	ELEMENTOS ELECTROMECHANICOS			7.07	ALTO
	OBSERVACIONES	Han sido numerosas las actuaciones encaminadas a la reparacion y en su caso reposicion, particulrmente bombas y valvuleria.			
	INSTRUMENTACION			4.51	MEDIO
	OBSERVACIONES	La instrumentacion disponible, ha sido necesaria su reposicion por obsolescencia en breves periodos de tiempo			
	ELEMENTOS ELECTRICOS			8.00	MUY ALTO
	OBSERVACIONES	Han sido numerosos las actuaciones de conservacion, mantenimiento y reposicion en los motores.			
	EDIFICACION			4.03	MEDIO
	OBSERVACIONES	No constan, deficiencias fuera de las habituales actuaciones de pintura y mantenimiento periodicas			
	CAMINOS			3.65	BAJO
	OBSERVACIONES	Es preciso el mantenimiento adecuado, por ser vias con un cierto transito local, no exclusivo de la explotacion.			

Tabla Anejo 3 - 4 Cálculo riesgo Subelemento 1 Activo 1 en los distintos escenarios

AZUD DE DERIVACION												
ACTIVO 1	2015		1.1		1.2		1.3		2.2		2.3	
OBRA CIVIL	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Deslizamientos	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Acarreos/Sedimentos	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	0	2
Estructuras	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Obras fábrica	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Juntas	1	2	1	2	1	2	0	2	0	2	0	2
Filtraciones	1	2	1	2	1	2	0	2	0	2	0	2
EL. ELECTROMECÁNICOS	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Corrosión	4	1	3	1	3	1	3	1	2	1	2	1
Alineación/deformaciones	3	3	2	3	2	3	2	3	1	3	1	3
Asientos	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Vibraciones	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Roturas	2	3	1	3	1	3	1	3	0	3	0	3
Anclajes	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Juntas	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
Neumática	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
INSTRUMENTACIÓN	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Sensorización	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Transmisor	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Controlador	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Elem. Final	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Circuito electr.	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Grupo electrógeno	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Iluminación	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Cableado/Conmutadores	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Recalentamiento Motores	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Corrosión chasis máquinas	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Desgaste cojinetes	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
Fugas aceite	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Estado cuadros eléctricos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Adecuación legal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDIFICACION	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Pintura exterior/interior	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Grietas	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Asientos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Goteras	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Daño estructural	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Defectos iluminación	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Defectos señalización	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
CAMINOS	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Señalización horizontal	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Señalización vertical	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Deformaciones	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Rodadura	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Daño estructural	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Tabla Anejo 3 - 5 Cálculo riesgo Subelemento 2 Activo 1 en los distintos escenarios

ESTACION ELEVADORA												
ACTIVO 1	2015		1.1		1.2		1.3		2.2		2.3	
OBRA CIVIL	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Deslizamientos	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Acarreos/Sedimentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estructuras	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Obras fábrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Juntas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtraciones	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
EL. ELECTROMECÁNICOS	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Corrosión	4	1	3	1	3	1	3	1	2	1	2	1
Alineación/deformaciones	3	1	3	1	3	1	3	1	2	1	2	1
Asientos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vibraciones	3	0	2	0	2	0	2	0	1	0	1	0
Roturas	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
Anclajes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juntas	4	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Neumática	4	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
INSTRUMENTACIÓN	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Sensorización	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Transmisor	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Controlador	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Elem. Final	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Circuito electr.	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Grupo electrógeno	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Iluminación	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Cableado/Conmutadores	4	2	3	2	3	2	3	2	2	2	1	2
Recalentamiento Motores	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Corrosión chasis máquinas	3	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0	0
Desgaste cojinetes	3	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0	0
Fugas aceite	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Estado cuadros eléctricos	4	4	3	4	3	4	3	4	2	4	1	4
Adecuación legal	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
EDIFICACION	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Pintura exterior/interior	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Grietas	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Asientos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Goteras	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Daño estructural	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Defectos iluminación	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	1	0
Defectos señalización	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
CAMINOS	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.	FREC.	CONS.
Señalización horizontal	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
Señalización vertical	3	0	3	0	3	0	3	0	2	0	2	0
Deformaciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rodadura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Daño estructural	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Tabla Anejo 3 - 6 Resumen de la evolución del riesgo en los distintos escenarios.

	RIESGO 2015	RIESGO 1.1	RIESGO 1.2	RIESGO 1.3	RIESGO 2.2	RIESGO 2.3
ACTIVO 1	8.05	7.06	7.06	7.06	6.11	5.59
OBRA CIVIL	5.01	4.12	3.63	3.39	3.37	3.13
EL. ELECTROMECÁNICOS	7.07	6.06	6.06	6.06	5.06	5.06
INSTRUMENTACIÓN	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	8.00	7.01	7.01	7.01	6.05	5.35
EDIFICACION	4.03	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02
CAMINOS	3.65	3.65	3.65	3.65	3.19	3.19

ANEJO Nº4

**PLAN ESTRATEGICO GESTIÓN ACTIVOS
INVERSIONES - INDICADORES**

El Plan Estratégico de Gestión de Activos, que se desarrolla en la presente Tesis se conforma como la integración en el submodelo D de una serie de alternativas de planes de mantenimiento y conservación, así como de reposición, optativos que se corresponden con diversas combinaciones presupuestarias, de tal manera que suponen de una parte una nueva situación en cuanto a los indicadores planteados, tanto de riesgo como de sostenibilidad de las infraestructuras, que nos permiten evaluar el impacto que dichas acciones inversoras suponen en el subsistema analizado.

Un primer paso consiste en el establecimiento de la situación de partida, la cual viene reflejada tanto en el Anejo nº2 de bases de datos presupuestarias-indicadores presupuestarios, como en el Anejo nº3 de gestión del riesgo - indicadores de riesgo, en el que se determinan los ASI. Llegados a este punto corresponde realizar un análisis del esfuerzo inversor realizado en el sistema en los distintos conceptos que van a ser nuestras variables.

En particular la evolución en los últimos años de las inversiones y actuaciones de conservación y mantenimiento han sido:

Tabla Anejo 4 - 1 Evolución de los ratios de conservación y mantenimiento, inversión de reposición e inversión de nueva implantación.

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	MEDIA ANUAL DEL PERIODO
Conservación y mantenimiento Sistema	3,214	2,071	2,160	2,545	2,50
Conservación y mantenimiento Subsistema 5	0,55	-	1,22	1,55	0,83
Inversión de reposición	3,80	3,020	-	-	1,705
Inversión nueva implantación	2,4	-	-	7,773	2,54

Por otra parte, como consecuencia del valor patrimonial obtenido al final del periodo analizado en el Subsistema 5, es decir en el 2015, se está en condiciones de determinar las actuaciones de conservación y mantenimiento relativas a los escenarios mínimo, medio y óptimo, que entrarán en juego en el PEGA a confeccionar, que tal y como venimos diciendo es de seis años, conlleva la siguiente situación (expresada en M€):

Tabla Anejo 4 - 2 Actuaciones de mantenimiento y conservación deducidas del valor patrimonial para los distintos activos.

ACTIVO	OBRA CIVIL	ELEMENTOS ELECTROMECHANICOS	ELECTRICIDAD	INSTRUMENTACION	EDIFICACION	CAMINOS	TOTAL
				AUSCULTACION			
ACTIVO 1	26,7	1,0	1,5	1,5	0,09	0,6	31,39
ACTIVO 2	47,7	2,9	0,018	0,033	0,064	1,9	52,615
ACTIVO 3	121,8	1,6	0,13	0,053	1,3	2,9	127,783
ACTIVO 4	37,3	1,06	0,048	0,034	0,062	2,0	40,504
ACTIVO 6	117,2	0,5	0,07	0,36	0,3	2,4	120,83
ACTIVO 7	47,5	0,15	0,05	0,046	0,3	0,8	48,846
ACTIVO 8	2,4	0,148	0,15	0,0009	0,57	0,33	3,600
ACTIVO 9	55,6	0,012	0,03	0,081	-	0,48	56,203
TOTAL	455,7	7,37	1,996	2,108	2,686	11,41	481,27
MANTENIMIENTO							
MINIMO 0,5%	2,27	0,037	0,01	0,0105	0,0134	0,057	2,398
MEDIO 0,75%	3,418	0,0553	0,015	0,0158	0,02	0,0856	3,6097
OPTIMO 1%	4,56	0,0737	0,01996	0,02108	0,0269	0,114	4,8157

Una serie de reflexiones conviene realizar a la vista de las cifras deducidas:

- El peso de las labores de conservación y mantenimiento con un criterio estricto del peso de los diferentes elementos que componen el subsistema 5, se derivan hacia la obra civil, elemento que presupuestariamente posee mayor preponderancia entre todos.
- Sin embargo, tal y como se preveía y como consecuencia de las encuestas realizadas, los riesgos en el desempeño se concentran en las instalaciones eléctricas y electromecánicas, por lo que este matiz es el que ha derivado a las inversiones de reposición comentadas.
- Tampoco se cuenta con una diferenciación exacta a nivel presupuestario de las actuaciones que permitan la desagregación por los elementos concernidos en la misma, por lo que la desagregación realizada, mediante los pesos que de las grandes infraestructuras hidráulicas, vale como una primera aproximación, pero es francamente mejorable.

A la vista de las cifras obtenidas resulta evidente, dada la configuración de la tarifa legalmente vigente, que las actuaciones ordinarias de conservación y mantenimiento que se cuantifican, según las opciones vistas, en:

Opción mínima	2,27	€/año
Opción media	3,42	€/año
Opción optima	4,60	€/año

Conllevaran probablemente, como comprobaremos, a unas tarifas onerosas, puesto que se trasladan directamente al usuario en cómputo anual, mientras que por el contrario, actuaciones de reposición (inversiones) presentan una formulación mucho más favorable al usuario, al ser amortizadas.

Además, y como ya hemos comentado, dado el envejecimiento constatado en los distintos elementos, aunque mucho más acuciado en los elementos eléctricos y electromecánicos y de auscultación, aconsejaría una labor de reposición importante a lo largo de los próximos 6 años y siguientes.

Aunque no es el objeto de esta Tesis, el análisis de la tarifa legalmente establecida, en sus aspectos generales y conceptuales sí que podemos exponer algunas conclusiones de la tarifa a la vista de los valores que la definen (€/m³ corrientes) para las últimas cuatro analizadas, y que detallamos a continuación, únicamente para los cuatro usuarios que ya hemos comentado con anterioridad van a ser el objeto de análisis de sensibilidad de la tarifa, en lo que a ellos le corresponde.

Tabla Anejo 4 - 3 Tarifas analizadas correspondientes al periodo previo al del PEGA

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	Δ PERIODO (%)
TU1	0,1382	0,1438	0,1211	0,1230	-11,78
TU2	0,19	0,2051	0,1705	0,1622	-13,68
TU3	0,054	0,0409	0,0335	0,0393	-15,96
TU4	0,0583	0,0631	0,0673	0,0601	-0,72

De tal manera que podemos extraer las siguientes conclusiones:

En general el periodo analizado (8 años) ha supuesto una bajada de la tarifa, si bien se constatan subidas y bajadas de tarifa, en el periodo mostrado para los distintos usuarios.

Los descensos presentan valores diferentes para cada uno de los usuarios, debido en parte a las diferentes variables que para cada uno de ellos le influye.

Un hecho determinante, son las liquidaciones de tarifa que se presentan a periodo vencido, que a veces suponen fuertes ajustes, en mas o en menos.

Asimismo la tarifa presenta una alta sensibilidad a los volúmenes disponibles, dado que hasta hace pocas fechas los ingresos eran proporcionales a la tarifa y a los hm3 realmente puestos a disposición de los usuarios (facturados). Dicho criterio se ha visto sustancialmente cambiado a tenor de la sentencia STS 255/2019, 26 de Febrero de 2019 que obliga a resarcir a la administración de los gastos fijos entre todos los usuarios, independientemente de las cantidades suministradas, sino de manera proporcional a las asignaciones legalmente establecidas para cada uno de ellos. Por lo que en principio, se ajustaría más a esa realidad la simplificación realizada en los cálculos de que las cantidades a amortizar se recuperan plenamente en cada tarifa aplicada, de cara al cálculo de la tarifa posterior.

Los cálculos se han efectuado mediante una hoja de cálculo, que se ha detallado en el Anejo nº1, en donde manteniendo constantes el resto de las variables que se corresponden a la última tarifa disponible (año 4) únicamente se produce la variación de los parámetros.

<u>Variable</u>	<u>Concepto</u>
IT	Inversión actualizada sistema
IP	Inversión actualizada Subsistema 5
ATA	Amortizaciones realizadas por los usuarios en el sistema
ATP	Amortizaciones realizadas por los usuarios en el Subsistema 5
CFTP	Cantidades destinadas a conservación y mantenimiento del Subsistema 5

Como ya hemos reflejado previamente en el Anejo nº1 y en la memoria, las tarifas obtenidas para los distintos escenarios y los incrementos de los distintos bloques entre sí, y los incrementos respecto a las tarifas iniciales del periodo fueron reflejadas en la

Tabla 48 y se muestran a continuación para un mejor seguimiento de los resultados que se comentan.

Tabla Anejo 4 - 4 Tarifas correspondientes a los distintos usuarios y escenarios planteados.

Opción 1				%	%
	2016-17	2018-19	2020-21	INCREMENTO	PROMEDIO
Mínima Conservación	Escenario 1.1	Escenario 1.1	Escenario 1.1	TARIFA	INTERANUAL
TU1	0.123454	0.123905	0.124449	2.08	0.34
TU2	0.165077	0.165978	0.167065	1.84	0.30
TU3	0.039366	0.039443	0.039552	3.62	0.59
TU4	0.059215	0.059370	0.059586	2.86	0.47

Media Conservación	Escenario 1.2	Escenario 1.2	Escenario 1.2		
TU1	0.125193	0.125313	0.125468	2.92	0.48
TU2	0.165322	0.165561	0.165872	1.12	0.19
TU3	0.041105	0.040851	0.040785	6.85	1.11
TU4	0.060954	0.060447	0.060313	4.12	0.67

Óptima Conservación	Escenario 1.3	Escenario 1.3	Escenario 1.3		
TU1	0.126760	0.127212	0.127772	4.81	0.79
TU2	0.165222	0.166127	0.167247	1.95	0.32
TU3	0.042672	0.042861	0.042976	12.59	2.00
TU4	0.062348	0.062727	0.062957	8.68	1.40

Opción 2				%	%
	2016-17	2018-19	2020-21	INCREMENTO	PROMEDIO
Mínima Reposición	Escenario 2.1	Escenario 2.1	Escenario 2.1	TARIFA	INTERANUAL
TU1	0.123454	0.123905	0.124429	2.07	0.34
TU2	0.165077	0.165978	0.167026	1.82	0.30
TU3	0.039366	0.039443	0.039541	3.59	0.59
TU4	0.059215	0.059370	0.059564	2.82	0.47

Media Reposición	Escenario 2.2	Escenario 2.2	Escenario 2.2		
TU1	0.123543	0.124077	0.124697	2.29	0.38
TU2	0.165254	0.166321	0.167563	2.15	0.35
TU3	0.039419	0.039545	0.039700	4.01	0.66
TU4	0.059320	0.059572	0.059882	3.37	0.55

Óptima Reposición	Escenario 2.3	Escenario 2.3	Escenario 2.3		
TU1	0.12353	0.12415	0.12486	2.42	0.40
TU2	0.16523	0.16647	0.16789	2.35	0.39
TU3	0.03937	0.03961	0.03982	4.33	0.71
TU4	0.05921	0.05971	0.06013	3.80	0.62

Los resultados permiten extraer las siguientes consecuencias:

- Las distintas simulaciones realizadas representan unos incrementos de tarifa superiores en el caso de la Opción 1 frente a la Opción 2, tal y como se esperaba.
- Los usuarios que se corresponden con las aguas propias de la cuenca, que circulan por la infraestructura, presenta una mayor subida, debido al menor peso que los volúmenes suponen en su caso.
- En cualquier caso una vez relativizadas las tarifas así obtenidas como promedio anual en el periodo se observan subidas que podríamos calificar como de bajas a moderadas, que se suavizan aún más, como era de esperar, a medida que se incrementa el valor de inversión de reposición frente al de mantenimiento y conservación.
- Ello permitirá, una vez analizada la repercusión que el PEGA seleccionado, en principio el correspondiente a la simulación 2.3.3, produce en los indicadores de riesgo y sostenibilidad decidir si admitiría un incremento presupuestario de reposición a fin de mejorar dichos indicadores